



TUGAS AKHIR - MN141581

**ANALISIS PERBANDINGAN ANGKUTAN GAS DALAM
BENTUK *COMPRESSED NATURAL GAS* (CNG) DAN
LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG), STUDI KASUS : BALI,
NUSA TENGGARA BARAT, DAN NUSA TENGGARA
TIMUR**

MUHAMMAD DAHLAN ASYARI
NRP. 4109 100 025

Firmanto Hadi S.T., M. Sc.
Achmad Mustakim S.T, M.T.,M.BA

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016



TUGAS AKHIR - MN141581

**ANALISIS PERBANDINGAN ANGKUTAN GAS DALAM
BENTUK *COMPRESSED NATURAL GAS* (CNG) DAN
LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG), STUDI KASUS : BALI,
NUSA TENGGARA BARAT, DAN NUSA TENGGARA
TIMUR**

MUHAMMAD DAHLAN ASYARI
NRP. 4109 100 025

Firmanto Hadi S.T., M. Sc.
Achmad Mustakim S.T., M.T., M.BA

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016



FINAL PROJECT - MN141581

**COMPARATIVE ANALYSIS OF COMPRESSED NATURAL
GAS (CNG) GAS TRANSPORT AND LIQUEFIED NATURAL
GAS (LNG) , CASE STUDY : BALI , NUSA TENGGARA
BARAT AND NUSA TENGGARA TIMUR**

MUHAMMAD DAHLAN ASYARI
NRP. 4109 100 025

Firmanto Hadi S.T, M. Sc.
Achmad Mustakim S.T., M.T., M.BA

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2016

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN ANGKUTAN GAS DALAM BENTUK *COMPRESSED NATURAL GAS* (CNG) DAN *LIQUEFIED NATURAL GAS* (LNG), STUDI KASUS : BALI, NUSA TENGGARA BARAT, DAN NUSA TENGGARA TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Transportasi Laut
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD DAHLAN ASYARI
NRP. 4109 100 025

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I

Firmanto Hadi S.T, M.Sc.

NIP. 19690610 199512 1 001

Dosen Pembimbing II

Achmad Mustakim, S.T.,M.T. MBA.

NIP. 19880605 201504 1 003

SURABAYA, JULI 2016

LEMBAR REVISI

ANALISIS PERBANDINGAN ANGKUTAN GAS DALAM BENTUK COMPRESSED NATURAL GAS (CNG) DAN LIQUID NATURAL GAS (LNG), STUDI KASUS : BALI, NUSA TENGGARA BARAT, DAN NUSA TENGGARA TIMUR

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 23 Juni 2016

Bidang Studi Transportasi Laut
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Muhammad Dahlan Asyari
NRP. 4109 100 025

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D



2. Irwan Tri Yulianto, S.T., M.T.



3. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

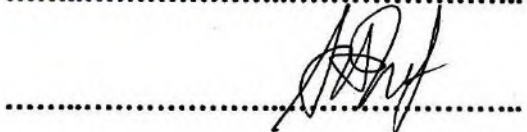


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.



2. Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA



SURABAYA, JULI 2016

ANALISIS PERBANDINGAN ANGKUTAN GAS DALAM BENTUK *COMPRESSED NATURAL GAS (CNG)* DAN *LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG)*, STUDI KASUS : BALI, NUSA TENGGARA BARAT, DAN NUSA TENGGARA TIMUR

Nama Mahasiswa : Muhammad Dahlan Asyari
NRP : 4109 100 025
Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA

ABSTRAK

Kandungan minyak di Indonesia yang semakin menipis mendorong pemerintah untuk menggunakan alternatif energi lain. Salah satu alternatifnya adalah gas alam. Di Indonesia, cadangan gas alam masih melimpah. Namun salah satu permasalahan dalam penggunaan gas alam sebagai bahan bakar alternatif adalah proses distribusinya. Kilang – kilang gas alam letaknya berjauhan dengan tempat konsumen. Dengan menganalisis perbandingan angkutan CNG dan LNG, diharapkan akan diketahui pengiriman yang optimal menggunakan CNG atau LNG dan disesuaikan dengan jarak, kebutuhan dan permintaan. Untuk wilayah Pesanggaran, Gilimanuk, Pamaran, Lombok, dan Kupang metode pengiriman yang efektif adalah menggunakan LNG. Dengan total kebutuhan kapal 1 dengan payload 2.536 m³ sebanyak 2 unit, kapal 3 dengan payload 2.539 m³ sebanyak 1 unit, kapal 4 dengan payload 2.536 m³ sebanyak 2 unit dan kapal 5 dengan payload 2.538 m³ sebanyak 2 unit. Total cost dari pengiriman dengan menggunakan LNG adalah sebesar 803 Milyar Rupiah.

Kata kunci: LNG, CNG, distribusi

COMPARATIVE ANALYSIS OF CNG GAS TRANSPORT AND LNG , CASE STUDY : BALI, NUSA TENGGARA BARAT, AND NUSA TENGGARA TIMUR

Author : Muhammad Dahlan Asyari
ID No. : 4109 100 025
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology
Supervisors : Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA

ABSTRACT

The content of oil in Indonesia are depleting encourage Governments to use other energy alternatives. One alternative is natural gas. In Indonesia, the reserves of natural gas are still abundant. But one of the problems in the use of natural gas as an alternative fuel is its distribution process. The refinery – natural gas refinery lying far apart with a consumer. By analyzing the comparison of CNG and LNG transport, expected to be known to the optimal delivery using CNG or LNG and adjustable with distance, needs and requests. For the region of Pamaran, Pesanggaran, Gilimanuk, Bali and Lombok, the shipping method that is effective is to use LNG. With the total needs of the ship 1 with payload 2,536 m³ as much as 2 units, 3 ships with a payload 2,539 m³ as much as 1 unit, 4 ships with payload 2,536 m³ as much as 2 units and 5 with payload 2,538 m³ as much as 2 units. The total cost of shipping with the use of LNG is of 803 Billion Rupiah.

Keyword : LNG, CNG, distribution

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR REVISI.....	ii
HALAMAN PERUNTUKAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
1.6 Hipotesis	2
1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	2
BAB 2 tinjauan pustaka.....	5
2.1 Gas Alam	5
2.2 Liquefied Natural Gas (LNG).....	6
2.2.1 Proses Distribusi LNG.....	7
2.2.2 Jenis – jenis Kapal LNG.....	8
2.3 Compressed Natural Gas (CNG)	16
2.3.1 Proses Distribusi CNG	16
2.3.2 Jenis Kapal CNG	17
2.4 Komponen Biaya Pengoperasian Kapal	19
2.4.1 Biaya Modal (<i>Capital Cost</i>)	19

2.4.2	Biaya Operasional (<i>Operational Cost</i>).....	20
2.4.3	Biaya Pelayaran (<i>Voyage Cost</i>).....	21
2.4.4	Biaya Bongkar Muat (<i>Cargo Handling Cost</i>).....	22
BAB 3	METODOLOGI penelitian	25
3.1	Prosedur Pengerjaan Tugas Akhir	25
3.1.1	Tahap Identifikasi Masalah	25
3.1.2	Tahap Tinjauan Pustaka Dan Studi Literatur	25
3.1.3	Tahap Pengumpulan Data.....	25
3.1.4	Tahap Gambaran Umum	26
3.1.5	Tahap Analisa Dan Pembahasan	26
3.1.6	Tahap kesimpulan dan saran	26
3.1.7	Bagan Alir Penelitian	27
3.2	Model Matematis	28
BAB 4	GAMBARAN UMUM.....	31
4.1	Bali.....	31
4.1.1	Konsumsi Gas Di Bali	32
4.2	Nusa Tenggara Barat (NTB).....	34
4.2.1	Konsumsi Gas Di NTB.....	36
4.3	Nusa Tenggara Timur (NTT).....	37
4.3.1	Konsumsi Gas Di NTT	39
4.4	Gas Alam Di Indonesia.....	39
BAB 5	ANALISis DAN PEMBAHASAN	41
5.1	Kebutuhan Gas Untuk Pembangkit Listrik di Bali, NTB, dan NTT.....	41
5.2	Pengiriman Dengan LNG	42
5.2.1	Liquefaction Cost	42
5.2.2	Shipping Cost	43
5.2.3	Regastification Cost.....	45
5.3	Pengiriman Dengan LNG	46
5.3.1	Compression Cost.....	46
5.3.2	Shipping Cost	47
5.4	Penentuan Pola Operasi Kapal.....	49
5.5	Penentuan Rute Kapal.....	49

5.6	Pemilihan Kapal.....	51
5.7	Optimasi Rute dan Armada kapal	53
5.8	Perbandingan Biaya Pengiriman LNG dan CNG	58
5.9	Sensitivitas Terhadap Permintaan Gas	59
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
6.1	Kesimpulan	63
6.2	Saran	64
	DAFTAR PUSTAKA.....	65
	LAMPIRAN	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Proses distribusi LNG	8
Gambar 2-2 Klasifikasi kapal LNG menurut IMO.....	9
Gambar 2-3 Kapal LNG type membran No. 96	10
Gambar 2-4 Tangki kapal LNG type membran No. 96.....	11
Gambar 2-5 Konstruksi tangki kapal LNG type membran No. 96.....	11
Gambar 2-6 Tangki kapal LNG type membran Mark III	12
Gambar 2-7 Struktur tangki kapal LNG type membran Mark III	12
Gambar 2-8 Tangki kapal LNG type Moss	13
Gambar 2-9 Kapal LNG type Moss.....	13
Gambar 2-10 Struktur tangki kapal LNG type Moss	14
Gambar 2-11 Tangki kapal LNG type SPB.....	14
Gambar 2-12Kapal LNG type SPB	15
Gambar 2-13 Struktur tangki kapal LNG type SPB	15
Gambar 2-14 Proses distribusi CNG	17
Gambar 2-15 Konsep kapal CNG Coselle.....	18
Gambar 2-16 Penyusunan coselle diatas kapal	19
Gambar 3-1 Bagan alir penelitian.....	27
Gambar 4-1 Peta Bali	31
Gambar 4-2 Peta pembangkit di Bali	34
Gambar 4-3 Peta NTB	35
Gambar 4-4 Tabel luas wilayah NTB.....	35
Gambar 4-5 Peta pembangkit di Pulau Lombok	36
Gambar 4-6 Peta pembangkit di Pulau Sumba.....	36
Gambar 4-7 Peta NTT	37
Gambar 4-8 PLTU Ropa di NTT.....	39
Gambar 5-1 Grafik harga sewa kapal LNG.....	44
Gambar 5-2 Harga sewa kapal CNG tipe Coselles	48
Gambar 5-3 Rute kapal LNG.....	50

Gambar 5-4 Rute distribusi CNG	51
Gambar 5-5 Model Solver	55
Gambar 5-6 Grafik pengiriman LNG dan CNG	60

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Tabel luas wilayah Bali	32
Tabel 4-2 Tabel kapasitas PLTG di Bali	33
Tabel 4-3 Kebutuhan gas PLTG di Bali	34
Tabel 4-4 Konsumsi gas di NTB	37
Tabel 4-5 Konsumsi gas di NTT	39
Tabel 5-1 Konsumsi gas di Bali	41
Tabel 5-2 Konsumsi gas di NTB	41
Tabel 5-3 Konsumsi gas di NTT	42
Tabel 5-4 Biaya liquefaction cost.....	42
Tabel 5-5 Harga sewa kapal LNG	44
Tabel 5-6 Biaya pelayaran.....	45
Tabel 5-7 Biaya pelabuhan.....	45
Tabel 5-8 Biaya regastification.....	46
Tabel 5-9 Biaya pelayaran kapal CNG.....	48
Tabel 5-10 Biaya kepelabuhan	49
Tabel 5-11 Jarak dari titik asal ke titik tujuan	50
Tabel 5-12 Data kapal LNG	52
Tabel 5-13 Data kapal CNG	53
Tabel 5-14 Data awal solver untuk pengiriman LNG	54
Tabel 5-15 Data awal solver untuk pengiriman CNG	54
Tabel 5-16 Biaya kapal LNG.....	54
Tabel 5-17 Biaya kapal CNG	55
Tabel 5-18 Decision variable / Jumlah roundtrip terpilih untuk kapal LNG.....	56
Tabel 5-19 Decision variable / Jumlah roundtrip terpilih untuk kapal CNG	56
Tabel 5-20 Kebutuhan kapal LNG per tahun	56
Tabel 5-21 Kebutuhan kapal CNG per tahun	56
Tabel 5-22 Cargo yang diangkut kapal LNG	57

Tabel 5-23 Cargo yang diangkut kapal CNG	57
Tabel 5-24 Biaya pengiriman dengan LNG	58
Tabel 5-25 Biaya pengiriman dengan CNG	58
Tabel 5-26 Perbandingan biaya antara LNG dan CNG	59
Tabel 5-27 Biaya pengiriman dengan LNG	60
Tabel 5-28 Biaya pengiriman dengan CNG	60

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Semakin menipisnya kandungan minyak di Indonesia, mendorong pemerintah untuk menggunakan alternatif energi lain. Salah satu alternatifnya adalah gas alam. Di Indonesia, cadangan gas alam masih melimpah. Namun pemerintah masih belum optimal menggunakan gas alam tersebut sebagai bahan bakar alternatif.

Salah satu permasalahan dalam penggunaan gas alam sebagai bahan bakar alternatif adalah proses distribusinya. Kilang – kilang gas alam letaknya berjauhan dengan tempat konsumen. Tetapi juga ada yang dekat dengan kilang gas alam. Jarak yang jauh maupun dekat serta permintaan konsumen juga harus diperhitungkan dalam proses distribusinya.

Saat ini, teknologi pengiriman gas alam baik melalui jalur darat maupun laut ada dua jenis, yaitu CNG dan LNG. CNG merupakan proses pengiriman gas dengan cara dikompresi. Sedangkan LNG, merupakan proses pengiriman gas dengan cara dicairkan. Di Indonesia sendiri angkutan CNG masih belum terlalu banyak. Angkutan CNG dan LNG melalui jalur laut dengan menggunakan kapal akan lebih tepat dilakukan di Indonesia.

Angkutan CNG dan LNG memiliki kekurangan dan kelebihan masing – masing. Hal ini disesuaikan dengan jarak pengiriman, jumlah kebutuhan serta permintaan akan gas alam tersebut. Selain itu, alat angkut untuk untuk kedua teknologi tersebut juga berbeda.

Oleh karena itu, dengan menganalisis perbandingan angkutan CNG dan LNG, diharapkan akan diketahui pengiriman yang optimal menggunakan CNG atau LNG dan disesuaikan dengan jarak, kebutuhan dan permintaan.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah

1. Bagaimanakah proses distribusi gas dengan menggunakan CNG?
2. Bagaimanakah proses distribusi gas dengan menggunakan LNG?

3. Bagaimanakah model pemilihan moda transportasi dan jumlah armada yang layak digunakan untuk proses distribusi di wilayah Bali, NTB, dan NTT ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah :

1. Daerah penelitian adalah kawasan Bali, NTB, dan NTT
2. Sumber gas berasal dari Pertamina West Madura Offshore (PWMO).
3. Didalam tugas akhir ini tidak merancang kapal, melainkan hanya memilih kapal yang sudah ada.
4. Tidak menghitung investasi dalam pembangunan infrastruktur.

1.4 Tujuan

Tujuan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui proses distribusi gas dengan menggunakan CNG.
2. Mengetahui proses distribusi gas dengan menggunakan LNG.
3. Mengetahui model pemilihan moda transportasi dan jumlah armada yang layak digunakan untuk proses distribusi di wilayah Bali, NTB, dan NTT.

1.5 Manfaat

Manfaat dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan informasi mengenai moda yang efektif dalam distribusi gas alam.
2. Memberikan informasi mengenai biaya transportasi dari distribusi gas alam.

1.6 Hipotesis

Hipotesis pada tugas akhir ini adalah angkutan LNG efektif digunakan untuk angkutan jarak jauh dan muatan yang besar, sedangkan CNG efektif untuk angkutan jarak pendek dan muatan yang sedikit.

1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan konsep penyusunan Tugas Akhir yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian. Teori tersebut dapat berupa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti jurnal, Tugas Akhir, Thesis dan Literatur yang relevan dengan topik penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang mencerminkan alur berpikir dari awal pembuatan Tugas Akhir sampai selesai. Dalam bab ini juga dibahas mengenai pengumpulan data-data yang menunjang Tugas Akhir seperti data primer dan data sekunder.

BAB IV GAMBARAN UMUM

Berisikan penjelasan umum tentang wilayah yang akan diteliti serta objek penelitian yang ada pada daerah yang akan diteliti, maupun sistem lain yang bersangkutan dengan objek yang akan diteliti pada Tugas Akhir ini.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang perbandingan pengiriman dengan menggunakan LNG dan CNG untuk wilayah Bali, NTB, dan NTT yang efektif.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan hasil analisis dan evaluasi yang didapat dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut yang berkaitan dengan materi yang terdapat dalam tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gas Alam

Gas alam atau sering juga disebut sebagai gas bumi atau gas rawa, adalah bahan bakar fosil berbentuk gas yang terdiri dari metana CH_4 . Gas alam dapat ditemukan di ladang minyak, ladang gas bumi dan juga tambang batu bara. Ketika gas yang kaya dengan metana diproduksi melalui pembusukan oleh bakteri anaerobik dari bahan-bahan organik selain dari fosil, maka disebut dengan biogas. Sumber biogas dapat ditemukan di rawa-rawa, tempat pembuangan akhir sampah, serta penampungan kotoran manusia dan hewan.

Komponen utama dalam gas alam adalah metana (CH_4), yang merupakan molekul hidrokarbon rantai terpendek dan teringan. Gas alam juga mengandung molekul-molekul hidrokarbon yang lebih berat seperti etana (C_2H_6), propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}), selain juga gas-gas yang mengandung sulfur (belerang). Gas alam juga merupakan sumber utama untuk sumber gas helium. Metana adalah gas rumah kaca yang dapat menciptakan pemanasan global ketika terlepas ke atmosfer, dan umumnya dianggap sebagai polutan ketimbang sumber energi yang berguna. Meskipun begitu, metana di atmosfer bereaksi dengan ozon, memproduksi karbon dioksida dan air, sehingga efek rumah kaca dari metana yang terlepas ke udara relatif hanya berlangsung sesaat.

Metode penyimpanan gas alam dilakukan dengan "Natural Gas Underground Storage", yakni suatu ruangan raksasa di bawah tanah yang lazim disebut sebagai "salt dome" yakni kubah-kubah di bawah tanah yang terjadi dari reservoir sumber-sumber gas alam yang telah depleted. Hal ini sangat tepat untuk negeri 4 musim. Pada musim panas saat pemakaian gas untuk pemanas jauh berkurang (low demand), gas alam diinjeksikan melalui kompresor-kompresor gas kedalam kubah di dalam tanah tersebut. Pada musim dingin, dimana terjadi kebutuhan yang sangat signifikan, gas alam yang disimpan di dalam kubah bawah tanah dikeluarkan untuk disalurkan kepada konsumen yang membutuhkan. Bagi perusahaan (operator) penyedia gas alam, cara ini sangat membantu untuk menjaga stabilitas operasional pasokan gas alam melalui jaringan pipa gas alam.

Pada dasarnya sistem transportasi gas alam meliputi :

- Transportasi melalui pipa salur.
- Transportasi dalam bentuk Liquefied Natural Gas (LNG) dengan kapal tanker LNG untuk pengangkutan jarak jauh.
- Transportasi dalam bentuk Compressed Natural Gas (CNG), baik di daratan dengan road tanker maupun dengan kapal tanker CNG di laut, untuk jarak dekat dan menengah (antar pulau).

Carrier LNG dapat digunakan untuk mentransportasi gas alam cair (liquefied natural gas, LNG) menyebrangi samudra, sedangkan truk tangki dapat membawa gas alam cair atau gas alam terkompresi (compressed natural gas, CNG) dalam jarak dekat. Mereka dapat mentransportasi gas alam secara langsung ke pengguna-akhir atau ke titik distribusi, seperti jalur pipa untuk transportasi lebih lanjut. Hal ini masih membutuhkan biaya yang besar untuk fasilitas tambahan untuk pencairan gas atau kompresi di titik produksi, dan penggasan atau dekompresi di titik pengguna-akhir atau ke jalur pipa.

2.2 Liquefied Natural Gas (LNG)

LNG adalah singkatan dari Liquefied Natural Gas merupakan gas alam yang dicairkan yang komposisi kimia terbanyaknya adalah Methana. Lalu sedikit Ethana, Propana, Butana dan sedikit sekali pentana dan nitrogen. Methana merupakan bahan bakar hidrokarbon yang paling sederhana dan paling berlimpah. Metana terdiri dari satu karbon dan empat atom hidrogen (CH_4). Ketika gas alam didinginkan sampai suhu sekitar -160°C (-260°F), pada tekanan atmosfer, maka gas alam tersebut akan menjadi cair. Ketika gas alam didinginkan menjadi LNG, maka volume LNG tersebut akan menjadi sekitar 1/600 dari volume gas alam pada saat sebelum dicairkan, membuat pengiriman LNG menjadi memungkinkan. Gas Alam yang dicairkan pada tekanan ambient dengan suhu sekitar -160°C (-260°F) dalam kondisi cair jenuh.

Pencairan gas alam dimulai dari awal tahun 1900. Gas alam diproses di pabrik pengolahan gas dimana sebagian besar kotoran-kotoran dan air dihilangkan. Gas tersebut kemudian dikirim ke pabrik pencairan, dimana ada proses tambahan untuk menghilangkan uap air yang tersisa dan karbon dioksida dari gas. Sebuah proses pendinginan mengubahnya menjadi cair dan selanjutnya memurnikan alirannya sehingga sebagian besar kandungan dari LNG adalah metana.

LNG merupakan bentuk cair dari gas yang sering digunakan untuk memasak dan memanaskan. Gas alam dan komponen-komponennya digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan listrik dan sebagai bahan baku untuk memproduksi berbagai macam produk, dari serabut (fibers) untuk pakaian, sampai plastik untuk layanan kesehatan, computing, dan perabotan. LNG diangkut dan disimpan pada tekanan atmosfer dan LNG tidak berwarna, tidak berbau, cairan bening yang kepadatan airnya kurang dari setengah. Konversi gas alam untuk LNG, sebuah proses yang mengurangi volume sekitar 600 kali. Setelah sampai ke tempat tujuan LNG dipanaskan kembali ke keadaan semula sehingga dapat dikirim kembali melalui jaringan pipa untuk distribusi ke rumah-rumah dan bisnis. Ketika kembali ke bentuk gas tersebut, LNG digunakan di seluruh sektor perumahan komersial dan industri untuk tujuan yang beragam seperti pemanasan dan pendinginan rumah, memasak, pembangkit listrik dan kertas manufaktur, logam, kaca dan bahan lainnya. LNG juga semakin banyak digunakan untuk bahan bakar kendaraan berat.

2.2.1 Proses Distribusi LNG

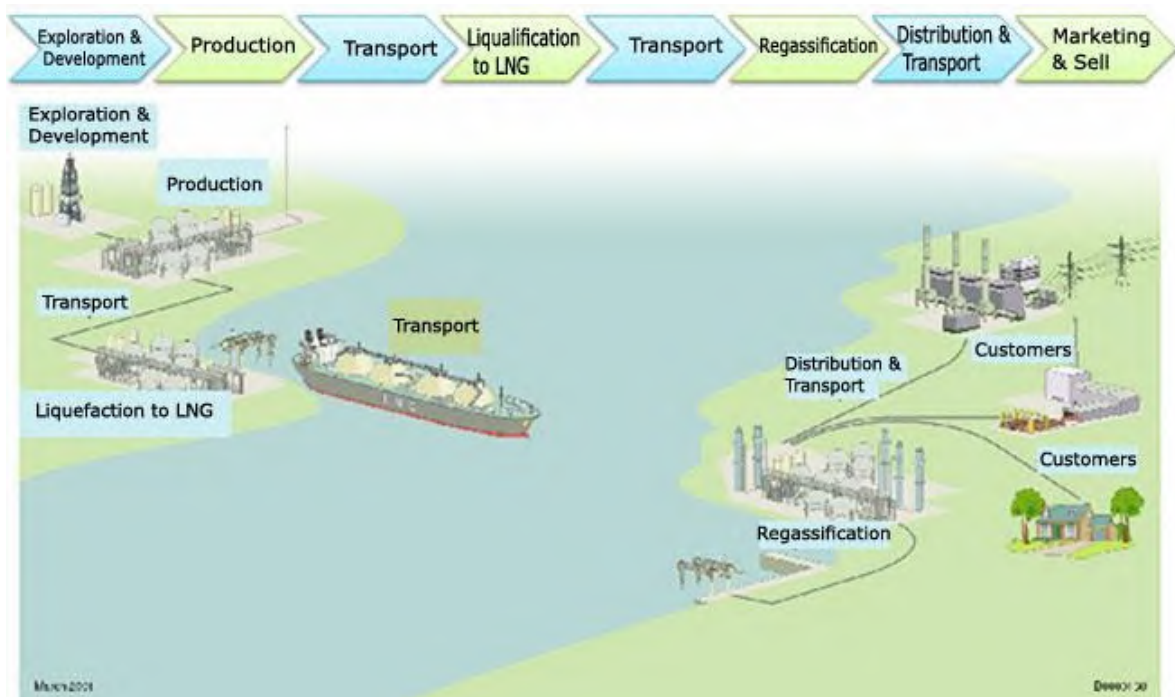
Ada beberapa tahapan dalam proses distribusi LNG hingga sampai ke tempat tujuan. Tahapan – tahapan tersebut adalah :

1. Gas ini pertama kali diekstrak dan diangkut ke pabrik pengolahan di mana ia dimurnikan dengan menghapus kondensat seperti air, minyak, lumpur, serta gas-gas lain seperti CO₂ dan H₂S dan beberapa padatan lain seperti merkuri. Gas tersebut kemudian didinginkan secara bertahap sampai dicairkan. LNG akhirnya disimpan dalam tangki penyimpanan dan dapat dimuat dan dikirim.
2. Proses liquefaction melibatkan penghapusan komponen tertentu, seperti debu, gas asam, helium, air, dan hidrokarbon berat, yang bisa menyebabkan kesulitan hilir. Gas alam ini kemudian diringkas menjadi cair pada tekanan mendekati atmosfer (tekanan transportasi maksimum yang ditetapkan pada sekitar 25 kPa/3.6 psi) dengan mendinginkannya sekitar -162 ° untuk C (-260 ° F).
3. Pengiriman dengan menggunakan kapal LNG. Kapal LNG memiliki tangki khusus dengan ruang terisolasi yang menjaga gas dibawah suhu minus 160 derajat celcius. Penurunan volume membuat biayanya jauh lebih efisien untuk mengangkut lebih dari jarak jauh di mana jalur pipa tidak ada. Dimana mengirim gas alam dengan pipa tidak

memungkinkan atau ekonomis, dapat diangkut oleh kapal laut yang dirancang khusus dengan tangki kriogenik.

4. Mengkonversi kembali cair menjadi uap, yang disebut regasifikasi. Regasifikasi terjadi di pelabuhan tujuan LNG. LNG diturunkan ke dalam tangki penyimpanan. LNG kemudian dipanaskan menjadi uap yang diperlukan sebelum memasuki sistem pipa gas lokal. Setibanya di terminal penerima dalam keadaan cair, LNG pertama-tama dipompa ke tangki penyimpanan, mirip dengan yang digunakan pada saat pencairan, pada tekanan atmosfer. Ketika diperlukan untuk konsumsi, gas cair itu dipompa pada tekanan tinggi melalui terminal komponen sebagaimana gas tersebut dihangatkan dengan cara melewatkannya melalui pipa yang dipanaskan langsung oleh pemanas atau melalui pipa yang berada dalam air panas.

Setelah itu, gas siap untuk didistribusikan kepada konsumen yang membutuhkan gas.



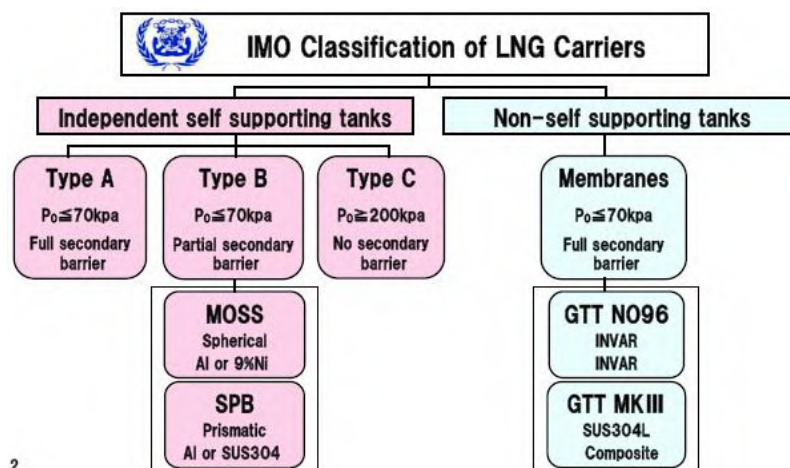
Gambar 2-1 Proses distribusi LNG

2.2.2 Jenis – jenis Kapal LNG

Kapal pengangkut gas berdasarkan gas yang diangkut yaitu *Liquid Natural Gas* (LNG) dan *Liquid Petroleum Gas* (LPG). *Liquid Natural Gas Carrier* (LNGC) adalah kapal yang digunakan oleh industri minyak dan gas lepas pantai untuk mengangkut natural gas yang telah dicairkan (*liquified*). Sebuah kapal LNG dirancang untuk menerima

hidrokarbon yang dihasilkan dari *platform* atau *subsea template*, menyimpan LNG sampai dapat diturunkan ke kilang minyak yang didistribusikan melalui pipa . LNGC lebih sering digunakan untuk memindahkan LNG dari *platform* ke kilang minyak, atau kilang ke kilang minyak lainnya.

Pada tahun 1975 Sidang ke 9 dari IMO yang mengadopsi code untuk Konstruksi dan Perlengkapan Kapal yang Membawa Gas cair di dalam tanki adalah A.328 (IX) dimana regulasi tersebut telah menyediakan standar internasional untuk kapal yang mengangkut gas cair dalam bentuk curah. Peraturan ini menjadi wajib pada tahun 1986 dan pada umumnya disebut sebagai *IMO International Gas Carrier Code*. Persyaratan kode ini digabungkan dalam aturan untuk kapal yang mengangkut gas cair dan diterbitkan oleh Lloyd dan klasifikasi lainnya. Regulasi ini mencakup pembatasan kerusakan tanki cargo dan kelangsungan hidup kapal dalam kejadian tabrakan atau karam, keamanan, penanganan cargo, bahan konstruksi, pengendalian lingkungan, proteksi kebakaran, penggunaan ruang muat sebagai bahan bakar, dan lain lain. Dan yang menarik dalam konteks konstruksi kapal di dalam code ini adalah bagian pada peraturan muatan yang mendefinisikan sebagai jenis ruang muat. Salah satunya yaitu lapisan luar yang menahan ruang muat dalam melindungi lambung kapal. Karena struktur dari efek *embrittling* dari suhu rendah pada muatan LNG harus dijaga oleh lapisan tersebut untuk menghindari kebocoran dari struktur tanki primer.



Gambar 2-2 Klasifikasi kapal LNG menurut IMO

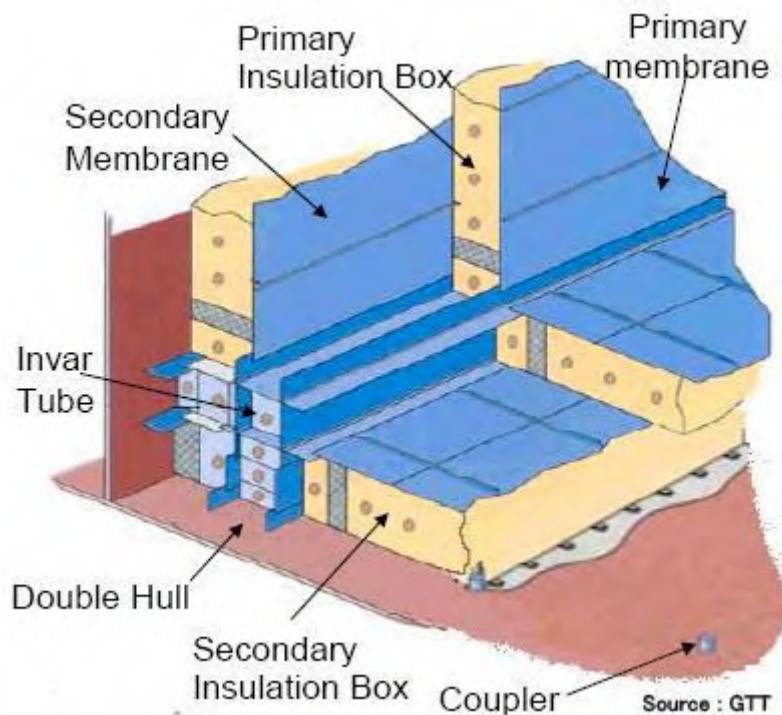
Berdasarkan Klasifikasi IMO diatas untuk tipe tangki LNG, ada tiga tipe tangki yang digunakan yaitu :

1. SPB (Self Prismatic Type B)/ Kategori Independent Self Supporting Tank Type B

2. Moss/ Kategori Independent Self Supporting Tank Type B
3. Membrane (GTT MKIII/ NO 96)/ Kategori Non-Self Supporting Tank

2.2.2.1 Tipe Tangki Membrane (NO. 96)

Tangki membrane terdiri suatu lapisan metal (primary barrier), lapisan insulasi, suatu lapisan liquid-proof, dan suatu lapisan insulasi lainnya. Beberapa lapisan ini kemudian ditempelkan ke dinding tangki pada suatu frame yang telah terpasang.

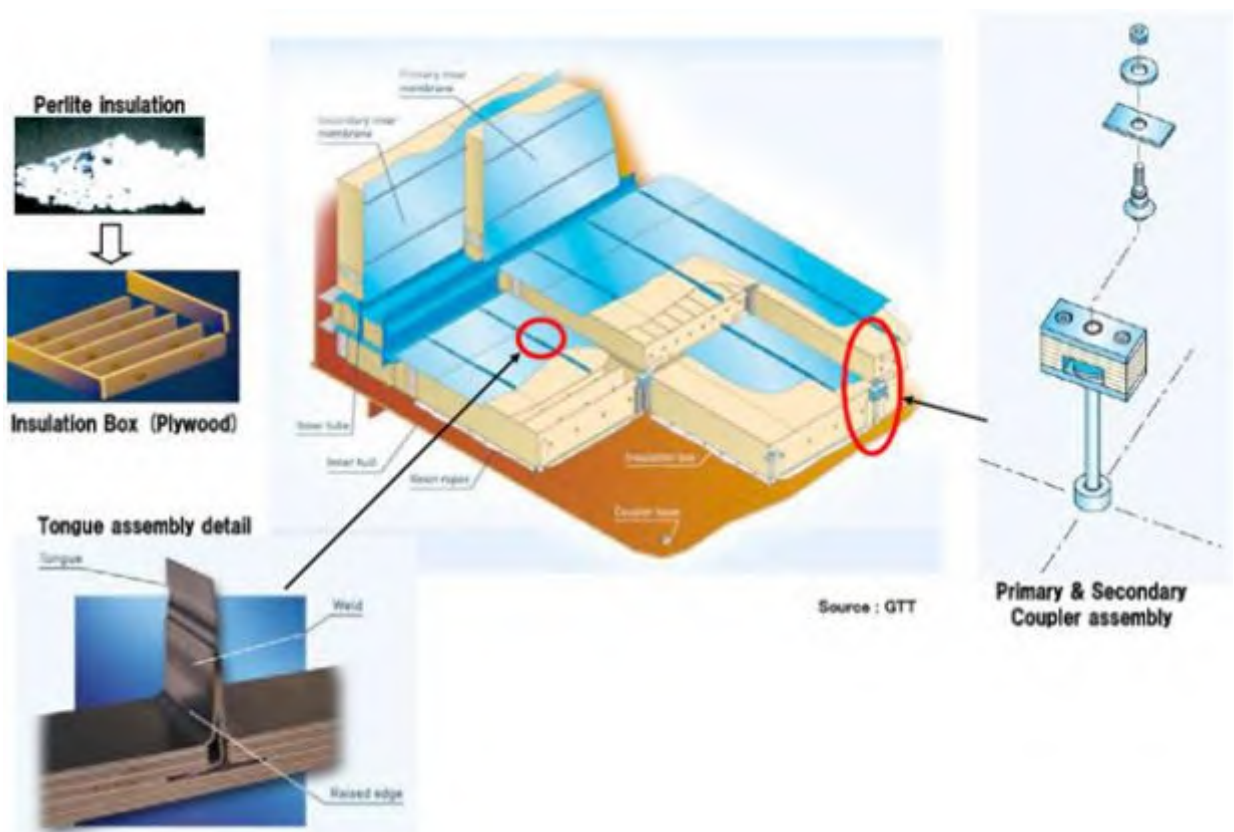


Gambar 2-3 Kapal LNG type membran No. 96

Pada desain tangki tipe Membrane NO.96, primary dan secondary barrier adalah terbuat dari bahan Invar, suatu material yang terdiri dari alloy material 36% nickel steel, dan memiliki ketebalan 0.7mm. Tidak seperti regular steel, invar merupakan bahan yang sulit berkontraksi akibat suhu yang sangat rendah. Lapisan insulasi terbuat dari bahan plywood yang mengandung perlite, suatu bahan yang mengandung glass (seperti kaca).

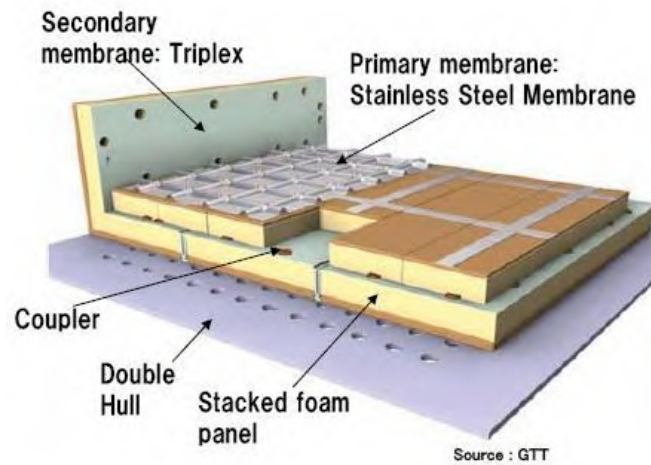


Gambar 2-4 Tangki kapal LNG type membran No. 96



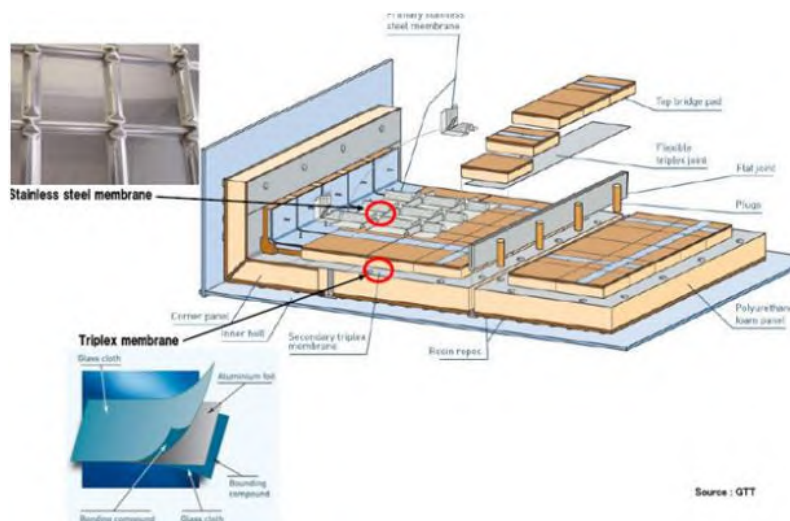
Gambar 2-5 Konstruksi tangki kapal LNG type membran No. 96

2.2.2.2 Tipe Tangki Membrane (Mark III)



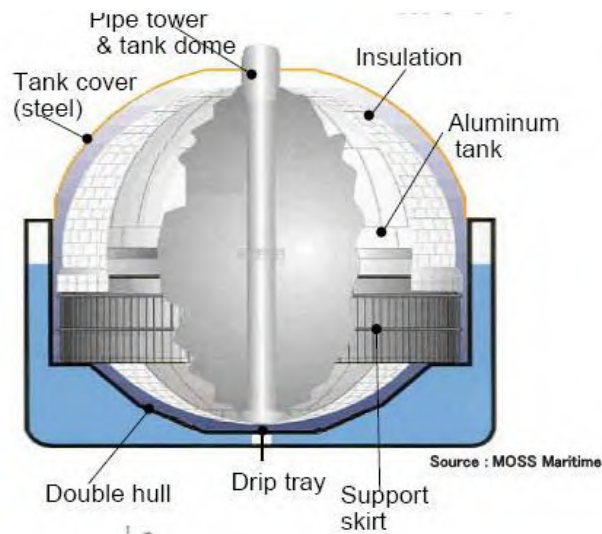
Gambar 2-6 Tangki kapal LNG type membran Mark III

Pada tangki LNG tipe Membrane (Mark III), sistem terdiri dari tumpukan foam panel yang di cover dengan material bernama triplex dan lapisan stainless steel (membrane). Primary membrane terbuat dari bahan SUS 304L, tebal 1.2mm, dan berbentuk corrugated untuk menyerap kontraksi termal. Secondary barrier terbuat dari bahan bernama triplex. Sistem membrane dibangun diatas permukaan yang telah diberi guide dan penyangga.



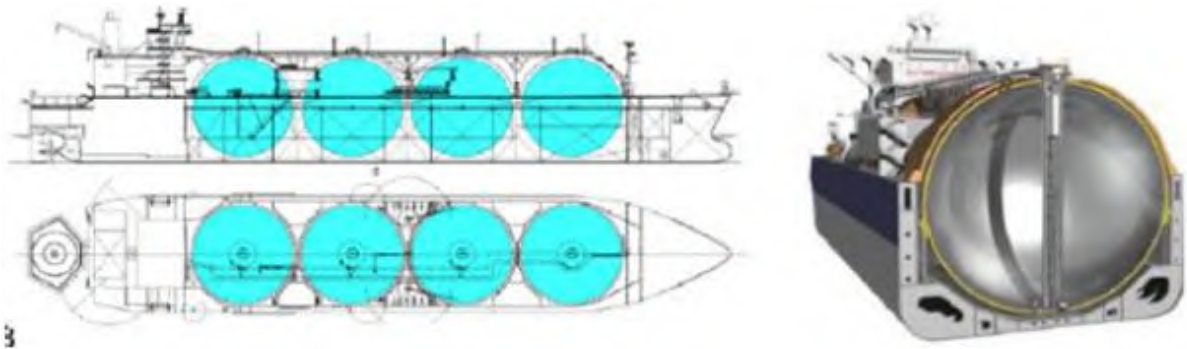
Gambar 2-7 Struktur tangki kapal LNG type membran Mark III

2.2.2.3 Tipe Tangki Moss



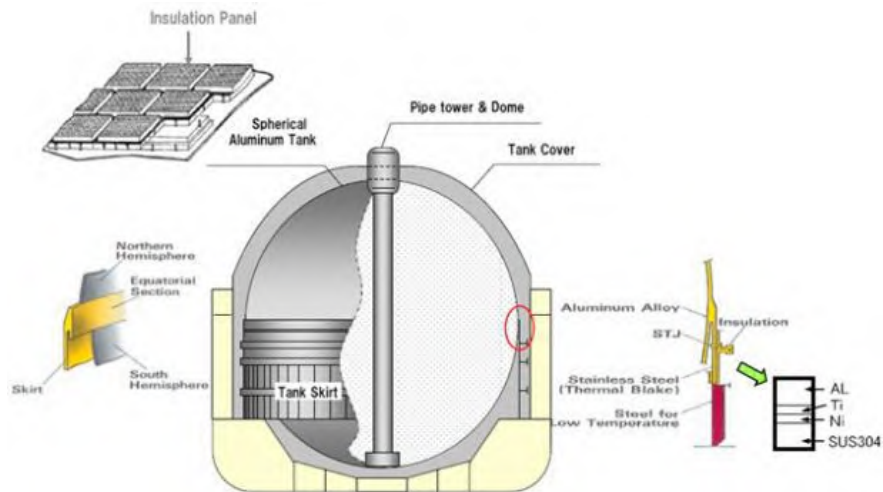
Gambar 2-8 Tangki kapal LNG type Moss

Pada tangki cargo LNG tipe Moss, tangki di-install di main hull kapal. Cargo tank terbuat dari bahan aluminum alloy dan terpisah (independent) dari badan kapal (hull), disangga (supported) dengan steel cylinder (bernama skirt) diseputar lingkaran equator dari tangki. Di dalam palkah (hold space) dibawah tangki, dipasang sebuah drip tray yang berfungsi sebagai secondary barrier apabila terjadi kebocoran LNG. Penempatannya tepat dibawah (south pole) dari sphere tangki.



Gambar 2-9 Kapal LNG type Moss

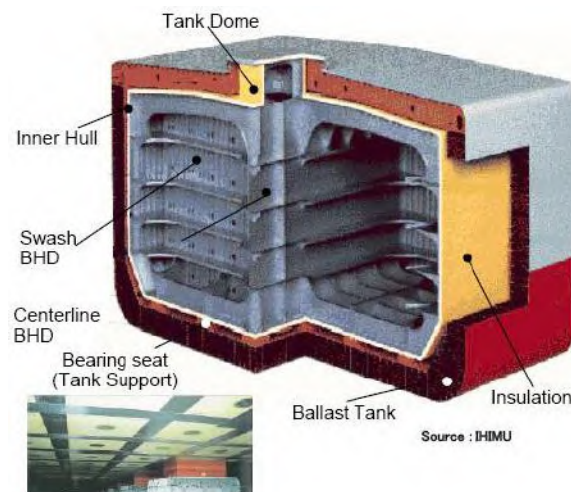
Insulasi yang menutupi seluruh permukaan luar sphere tank memiliki alur-alur (channel) bagi fluida pada saat terjadi kebocoran untuk dapat mengalir ke drip tray. Tangki tipe MOSS merupakan salah satu self- supporting tangki pertama yang diaplikasikan di laut.



Gambar 2-10 Struktur tangki kapal LNG type Moss

2.2.2.4 Tangki Tipe SPB

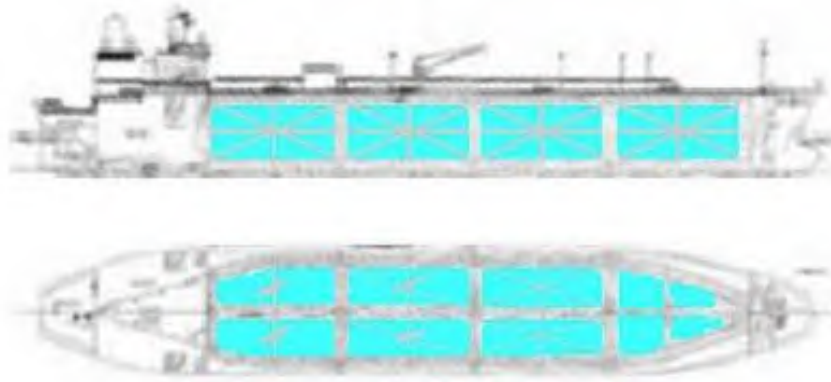
Tipe tangki kedua setelah MOSS yang merupakan self-supporting tank (independent) adalah Self-supporting Prismatic Shape IMO Type-B, atau sering disingkat SPB Tank. Tangki jenis ini merupakan penemuan teknologi dari Ishikawajima-Harima Heavy Industries (IHI), salah satu grup industri berat dan galangan kapal terbesar di Jepang.



Gambar 2-11 Tangki kapal LNG type SPB

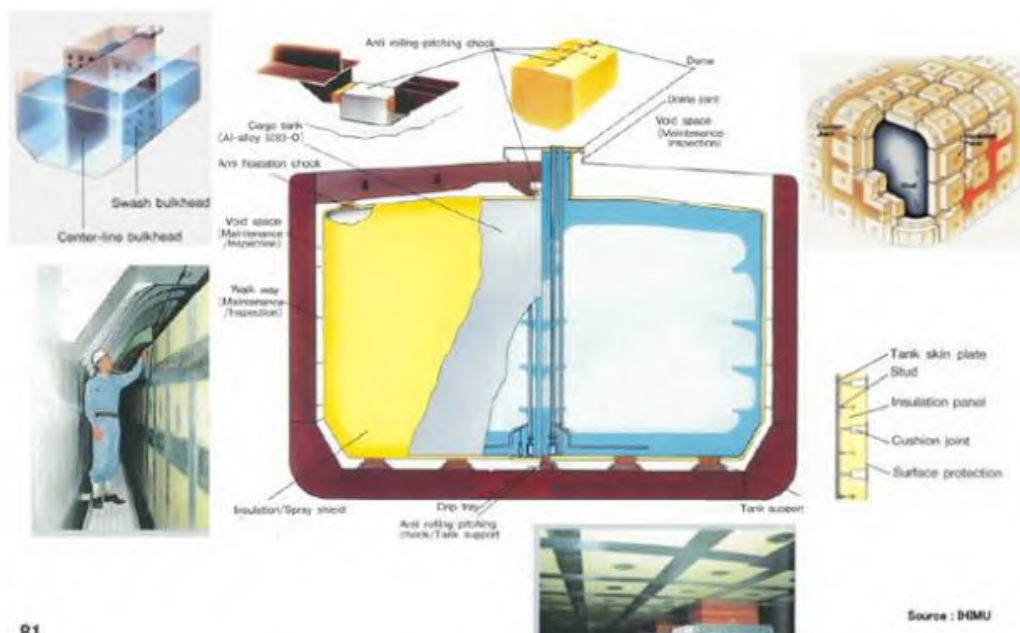
Tangki SPB merupakan tangki independen yang bentuknya mengikuti badan kapal (hull shape). Bentuk konstruksinya sederhana (framing internal di dalam tangki),

mengingatkan kita pada bentuk konstruksi lambung kapal tanker single hull dimasa silam. Material untuk kontruksi yang digunakan dapat berupa aluminum atau stainless steel 304, namun kapal existing yang ada menggunakan baru menggunakan bahan aluminum.



Gambar 2-12 Kapal LNG type SPB

Tangki SPB dipasang dalam palkah dari sebuah kapal double hull dan keseluruhan permukaannya diinsulasi menggunakan material polyurethane foam yang juga berfungsi menyediakan alur-alur fluida jika terjadi kebocoran cargo, agar dapat mengalir ke drip tray dibagian bawah tangki.



81

Gambar 2-13 Struktur tangki kapal LNG type SPB

2.3 Compressed Natural Gas (CNG)

CNG adalah jenis bahan bakar yang berasal dari gas alam yang terkompresi pada tekanan penyimpanan 200-240 bar dan dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti LPG, solar dan bensin. Bahan bakar ini dianggap lebih ramah lingkungan walaupun masih mengeluarkan sedikit CO₂ sebagai hasil pembakarannya, tetapi jika dibandingkan dengan solar dan bensin, bahan bakar ini lebih ramah lingkungan. Selanjutnya jika ditinjau dari segi harga, bahan bakar ini lebih ekonomis (murah) bila dibandingkan dengan bahan bakar lainnya. Proses pembuatan CNG dilakukan dengan cara mengkompresi metana (CH₄) yang diekstrak dengan gas alam. Dalam penyimpanan dan pendistribusian CNG, dilakukan dengan menggunakan bejana silinder yg bertekanan.

Saat ini penggunaan bahan bakar CNG sudah mulai ditingkatkan, dikarenakan jenis bahan bakar ini memiliki banyak keunggulan seperti yang telah disebutkan di atas. khususnya di Indonesia bahan bakar ini sering disebut dengan BBG (bahan bakar gas) dan sudah terdapat beberapa stasiun pengisian BBG yang tersedia, mislanya saja di Jakarta dan Balikpapan, begitupun dengan produsen kendaraan, mereka telah banyak memproduksi jenis kendaraan berbahan bakar gas.

Seperti yang telah kita ketahui, CNG berasal dari fraksi gas alam dan tersusun oleh gas methana (CH₄) sebagai komponen utamanya, selain gas methana terdapat berbagai jenis senyawa lain dengan jumlah yang berbeda-beda, seperti hidrogen, etilena, carbon monokida, carbon dioksida, nitrogen, oksigen dan hidrogen sulfida.

2.3.1 Proses Distribusi CNG

Ada beberapa tahapan dalam proses distribusi LNG hingga sampai ke tempat tujuan. Tahapan – tahapan tersebut adalah :

1. Gas ditekan menggunakan kompresor gas hingga mencapai tekanan 250 barg atau 25MPa
2. Setelah ditekan, gas dialirkan dan disimpan didalam rangkaian *tube–tube (storage)* dengan tekanan 250 barg.
3. Ketika gas akan digunakan, gas akan dialirkan ke Kapal Laut/Vessel dengan sifat alamiyahnya hingga tekanan setimbang menuju *tube storage* yang ada di Kapal Laut.

4. Setelah tekanan setimbang terjadi, sisa gas yang ada di *tube storage* akan disedot menggunakan kompresor hingga tekanan 250 barg pada *tube storage* di Kapal Laut.
5. Kapal Laut akan bekerja setelah kapasitas gas yang akan diangkut memenuhi seluruh *tube storage*.
6. Kapal Laut memindahkan gas bertekanan menuju lokasi pembangkit yang juga sudah disediakan fasilitas CNG.
7. Gas yang ada di Kapal Laut dialirkan ke fasilitas CNG dengan sifat alamiyah hingga tekanan setimbang menuju *tube storage* di lokasi pembangkit listrik.
8. Ketika tekanan sudah setimbang, gas akan disedot menggunakan kompresor hingga tekanan 250 barg.
9. Sejumlah kapasitas gas tersimpan di *tube storage* dan akan dipergunakan untuk keperluan pembangkitan listrik.
10. Gas akan diturunkan hingga tekanan kerja *gas engine* (120 psig/ 7 barg)



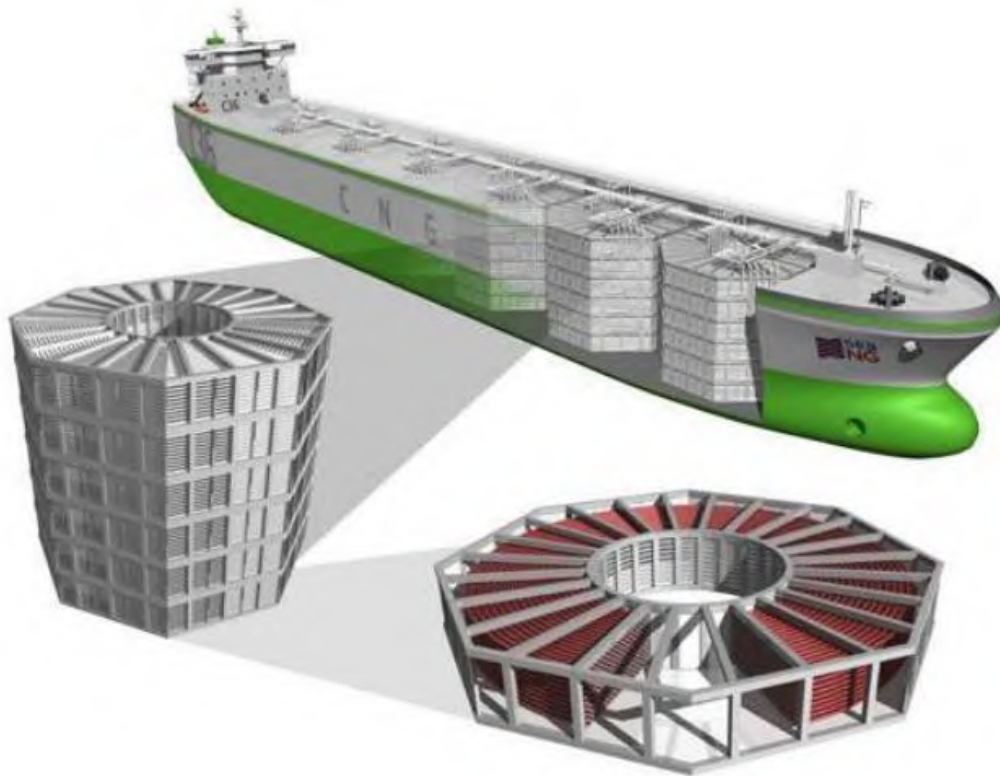
Gambar 2-14 Proses distribusi CNG

2.3.2 Jenis Kapal CNG

Seiring berkembangnya zaman, moda transportasi CNG pun mengalami banyak kemajuan dengan berbagai variasi penyusunan CNG. Banyak konsep-konsep baru bermunculan dalam rangka menjawab tantangan teknologi transportasi CNG yang efisien. Seperti yang berkembang saat ini adalah konsep CNG Coselle, yaitu coiled pipe 6 inch / 11 miles/tekanan 300 psig/suhu ambient, misalnya 108 coselle untuk kapasitas 345 MMscfd, diawali oleh Cran & Stenning dan dikembangkan oleh William Energy. Vontrans (volume optimized transport and storage dari Enersea Transport LLC) dengan pipa vertikal/horizontal diameter 42 inch / 120 ft, tekanan 1800 psig / suhu -29oC dengan kapasitas 300 - 2000 MMscfd) dan GTM (gas transportation module) dari

TransCanada Pipeline Ltd, panjang pipa 42 inch / 80 ft, dari bahan composite reinforced tahan sampai dengan 100.000 psi dan 35% lebih ringan, tekanan 3000 psig / suhu ambient, kapasitas 60.000 dwt untuk 450 MMscf.

Berikut ini merupakan gambaran konsep dari CNG Coselle Ship yang dikembangkan oleh Sea NG Cooperation,



Gambar 2-15 Konsep kapl CNG Coselle

Dilihat dari bentuknya, pipa dengan kekuatan tinggi (high strength) yang melingkar dalam sebuah struktur reel yang disebut dengan Coursel. Coursel ini nantinya akan menjadi dukungan dan perlindungan selama transportasi bagi coselle. Coselle sendiri diambil dari kata Coil dan Coursel. Ukuran coselle sendiri antara 15 sampai 20 meter untuk diameternya dan 2.5 sampai 4.5 meter untuk tingginya dan beratnya sendiri mencapai 550 ton. Setiap coselle mampu mengangkut CNG sekitar 3 MMSCF, tergantung dimensi, tekanan dan komposisi coselle tersebut.

Dan berikut ini merupakan model penyusunan coselle yang ditata se-efisien mungkin sehingga kedepannya dalam proses transportasinya mampu mengangkut CNG sesuai permintaan.



Gambar 2-16 Penyusunan coselle diatas kapal

Dengan memakai konsep Coselle, kemampuan dalam melakukan transportasi CNG bisa dimaksimalkan, berikut ini merupakan rincian dalam menggunakan coselle :

- 16 Coselle mampu mentransnportasikan sekitar 50 MMSCF gas
- 84 Coselle mampu mentransnportasikan sekitar 250 MMSCF gas
- 108 Coselle mampu mentransnportasikan sekitar 325 MMSCF gas
- 144 Coselle mampu mentransnportasikan sekitar 450 MMSCF gas

2.4 Komponen Biaya Pengoperasian Kapal

Terdapat empat kategori biaya dalam pengoperasian kapal yaitu:

1. Biaya modal (*capital cost*)
2. Biaya operasional (*operational cost*)
3. Biaya pelayaran (*voyage cost*)
4. Biaya bongkar muat (*cargo handling cost*)

2.4.1 Biaya Modal (*Capital Cost*)

Biaya modal adalah harga kapal ketika dibeli atau dibangun. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut, Pengembalian nilai *capital* ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan.

2.4.2 Biaya Operasional (*Operational Cost*)

Biaya operasional adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar, yang termasuk dalam biaya operasional adalah biaya ABK, perawatan dan perbaikan kapal, bahan makanan, minyak pelumas, asuransi dan administrasi. Rumus untuk biaya operasional adalah sebagai berikut :

$$OC = M + ST + MN + I + AD$$

Keterangan:

OC = *operation cost*

M = *manning cost*

ST = *store cost*

I = *insurance cost*

AD = *administration cost*

1. *Manning cost*

Manning cost (crew cost) adalah biaya-biaya langsung maupun tidak langsung untuk anak buah kapal termasuk di dalamnya adalah gaji pokok dan tunjangan, asuransi sosial, dan uang pensiun. Besarnya *crew cost* ditentukan oleh jumlah dan struktur pembagian kerja yang tergantung pada ukuran teknis kapal. Struktur kerja pada sebuah biasanya dibagi menjadi 3 departemen, yaitu *deck departemen*, *engine departemen*, dan *catering departemen*.

2. *Store, supplies and lubricating oils*

Jenis biaya ini dikategorikan menjadi 3 macam yaitu *marine stores* (cat, tali, besi), *engine room stores (spare part, lubricating oil)*, dan *steward's stores* (bahan makanan).

3. *Maintenance and repair cost*

Maintenance and repair cost merupakan biaya perawatan dan perbaikan yang mencakup semua kebutuhan untuk mempertahankan kondisi kapal agar sesuai dengan standart kebijakan perusahaan maupun persyaratan badan klasifikasi. Biaya ini dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

- ✓ Survey klasifikasi

Kapal harus menjalani *survey regular dry docking* tiap dua tahun dan *special survey* tiap empat tahun untuk mempertahankan kelas untuk tujuan asuransi.

✓ Perawatan rutin

Perawatan rutin meliputi perawatan mesin induk dan mesin bantu, cat, bangunan atas dan pengedokan untuk memelihara lambung dari pertumbuhan biota laut yang bisa mengurangi efisiensi operasi kapal. Biaya perawatan ini cenderung bertambah seiring dengan bertambahnya umur kapal.

✓ Perbaikan

Biaya perbaikan muncul karena adanya kerusakan kapal secara tiba-tiba dan harus segera diperbaiki.

4. *Insurance cost*

Insurance cost merupakan biaya asuransi, yaitu komponen pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan resiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. Komponen pembiayaan ini berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung pertanggungan dan umur kapal. Hal ini menyangkut sampai sejauh mana resiko yang dibebankan melalui klaim pada perusahaan asuransi. Semakin tinggi resiko yang dibebankan, semakin tinggi pula premi asuransinya. Umur kapal juga mempengaruhi biaya premi asuransi, yaitu biaya premi asuransi akan dikenakan pada kapal yang umurnya lebih tua. Terdapat dua jenis asuransi yang dipakai perusahaan pelayaran terhadap kapalnya, yaitu *hull and machinery insurance* dan *protection and indemnity insurance*.

5. Administrasi

Biaya administrasi diantaranya adalah biaya pengurusan surat-surat kapal, biaya sertifikat dan pengurusannya, biaya pengurusan ijin kepelabuhan maupun fungsi administratif lainnya. Biaya ini juga disebut biaya *overhead* yang besarnya tergantung dari besar kecilnya perusahaan dan jumlah armada yang dimiliki.

2.4.3 Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Biaya pelayaran adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan tunda. Rumus untuk biaya pelayaran adalah :

$$VC = FC + PD$$

Keterangan:

VC = voyage cost

PD = *port cost* (ongkos pelabuhan)

FC = fuel cost

1. *Port cost*

Pada saat kapal dipelabuhan, biaya-biaya yang dikeluarkan meliputi *port dues* dan *service charges*. *Port dues* adalah biaya yang dikenakan atas penggunaan fasilitas pelabuhan seperti dermaga, tambatan, kolam pelabuhan, dan infrastruktur lainnya yang besarnya tergantung volume dan berat muatan, GRT dan NRT kapal. *Service charge* meliputi jasa yang dipakai kapal selama dipelabuhan, yaitu jasa pandu dan tunda, jasa labuh, dan jasa tambat.

2. *Fuel cost*

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung dari beberapa variabel seperti ukuran, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau ballast, kecepatan, cuaca, jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, jenis dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar di laut dan di pelabuhan dan harga bahan bakar. Terdapat tiga jenis bahan bakar yang dipakai, yaitu HSD, MDO, dan MFO.

2.4.4 Biaya Bongkar Muat (*Cargo Handling Cost*)

Biaya bongkar muat (*Cargo handling cost*) mempengaruhi juga biaya pelayaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan pelayaran. Kegiatan yang dilakukan dalam bongkar muat terdiri dari *stevedoring*, *cargodoring*, *receiving/delivery*. Kegiatan ini dilakukan oleh perusahaan bongkar muat (PBM) yang mempekerjakan tenaga kerja bongkar muat (TKBM). Menurut Keputusan menteri Perhubungan Nomor: KM 14 tahun 2002 Tentang Penyelenggaraan dan Pengusahaan Bongkar Muat barang dari Dan ke Kapal, pengertian dari istilah tersebut adalah sebagai berikut :

- *Stevedoring* adalah pekerjaan membongkar barang dari kapal ke dermaga/tongkang/truk atau memuat barang dari dermaga/tongkang/truk ke dalam kapal sampai dengan tersusun dalam palka kapal dengan menggunakan derek kapal atau derek darat.

- *Cargodoring* adalah pekerjaan melepaskan barang dari tali/jala-jala (*ex tackle*) di dermaga dan mengangkut dari dermaga ke gudang/lapangan penumpukan barang selanjutnya menyusun di gudang/lapangan penumpukan barang atau sebaliknya.
- *Receiving/delivery* adalah pekerjaan memindahkan barang dari timbunan/tempat penumpukan di gudang/lapangan penumpukan dan menyerahkan sampai tersusun di atas kendaraan di pintu gudang/lapangan penumpukan atau sebaliknya.
- Perusahaan Bongkar Muat (PBM) adalah Badan Hukum Indonesia yang khusus didirikan untuk menyelenggarakan dan mengusahakan kegiatan bongkar muat barang dari dan ke kapal.
- Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) adalah semua tenaga kerja yang terdaftar pada pelabuhan setempat yang melakukan pekerjaan bongkar muat di pelabuhan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Pengerjaan Tugas Akhir

Prosedur pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir yaitu sebagai berikut :

1. Tahap identifikasi masalah
2. Tahap tinjauan pustaka dan studi literatur
3. Tahap pengumpulan data
4. Tahap gambaran umum
5. Tahap analisis dan pembahawan
6. Kesimpulan dan saran

3.1.1 Tahap Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan awal dari Tugas Akhir ini, dimana pada tahap ini terdapat fakta-fakta dan permasalahan yang terjadi pada kondisi saat ini. Permasalahan yang timbul adalah bagaimana mengirim gas alam yang efektif sesuai dengan jumlah muatan dan jarak dari ladang gas ke tempat tujuan.

3.1.2 Tahap Tinjauan Pustaka Dan Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan pada tugas ini. Materi-materi yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka adalah perencanaan pelabuhan, operasional pelabuhan, peramalan dan model simulasi. Studi literatur juga dilakukan terhadap hasil penelitian sebelumnya untuk lebih memahami permasalahan dan pengembangan yang dapat dilakukan.

3.1.3 Tahap Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam Tugas Akhir ini adalah metode pengumpulan data secara langsung (primer) maupun tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas ini

3.1.4 Tahap Gambaran Umum

Tahap gambaran umum dalam penelitian ini adalah tahap untuk menggambarkan hal-hal yang berhubungan dengan dengan pengerjaan tugas akhir ini. Seperti kondisi daerah tujuan distribusi gas yaitu Bali, NTB, dan NTB. Serta kondisi distribusi gas alam saat ini.

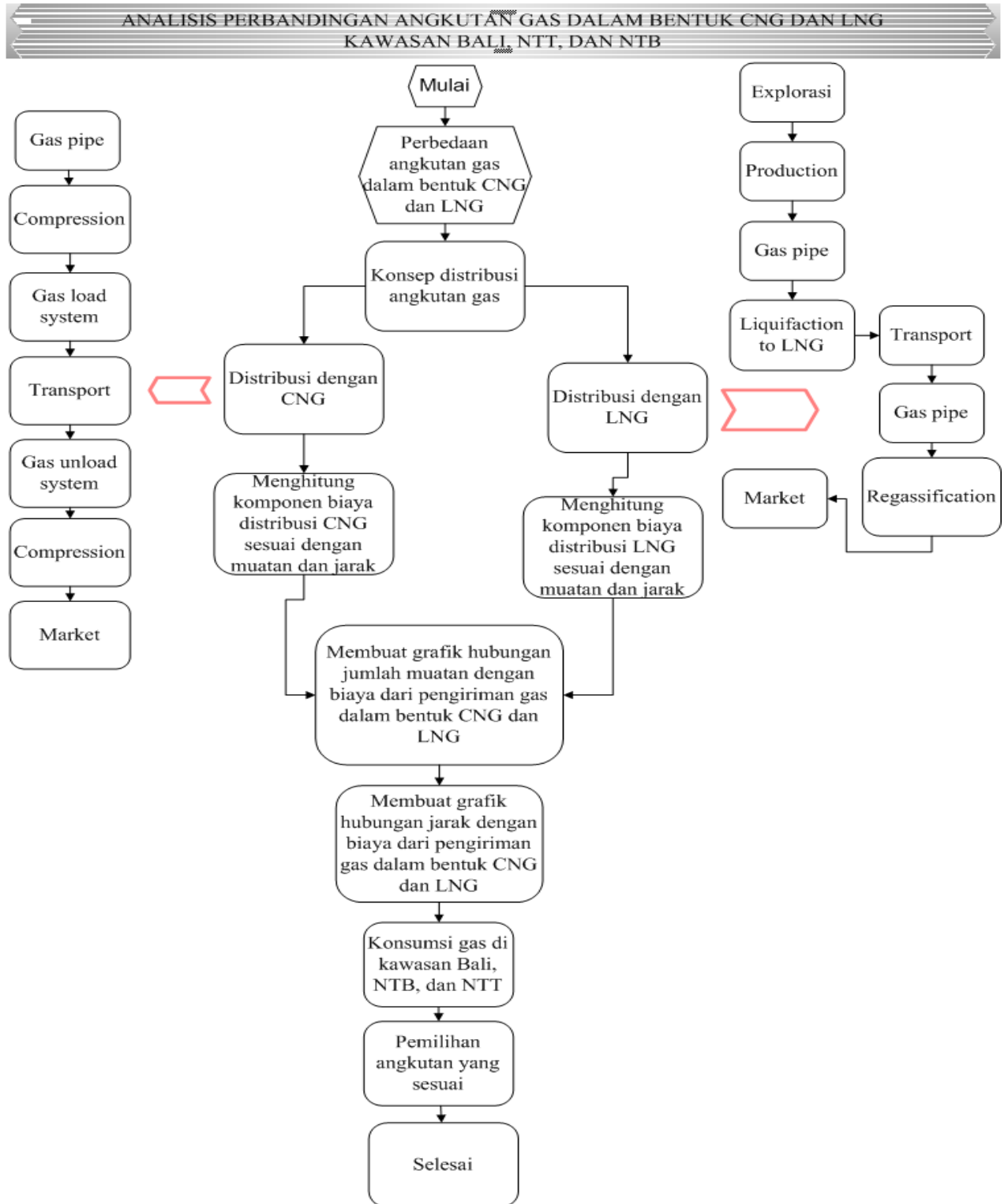
3.1.5 Tahap Analisa Dan Pembahasan

Tahap analisa pembahasan adalah tahap untuk mengetahui metode yang efektif dalam proses distribusi gas alam, apakah menggunakan LNG atau menggunakan CNG. Selain itu juga mengetahui biaya distribusi yang paling murah antara penggunaan LNG dan CNG sesuai dengan jarak dan muatan.

3.1.6 Tahap kesimpulan dan saran

Tahap ini adalah hasil akhir dalam Tugas Akhir, kesimpulan merupakan gagasan atau ide yang telah tercapai pada Tugas Akhir ini sehingga dapat diterapkan pada daerah penelitian.

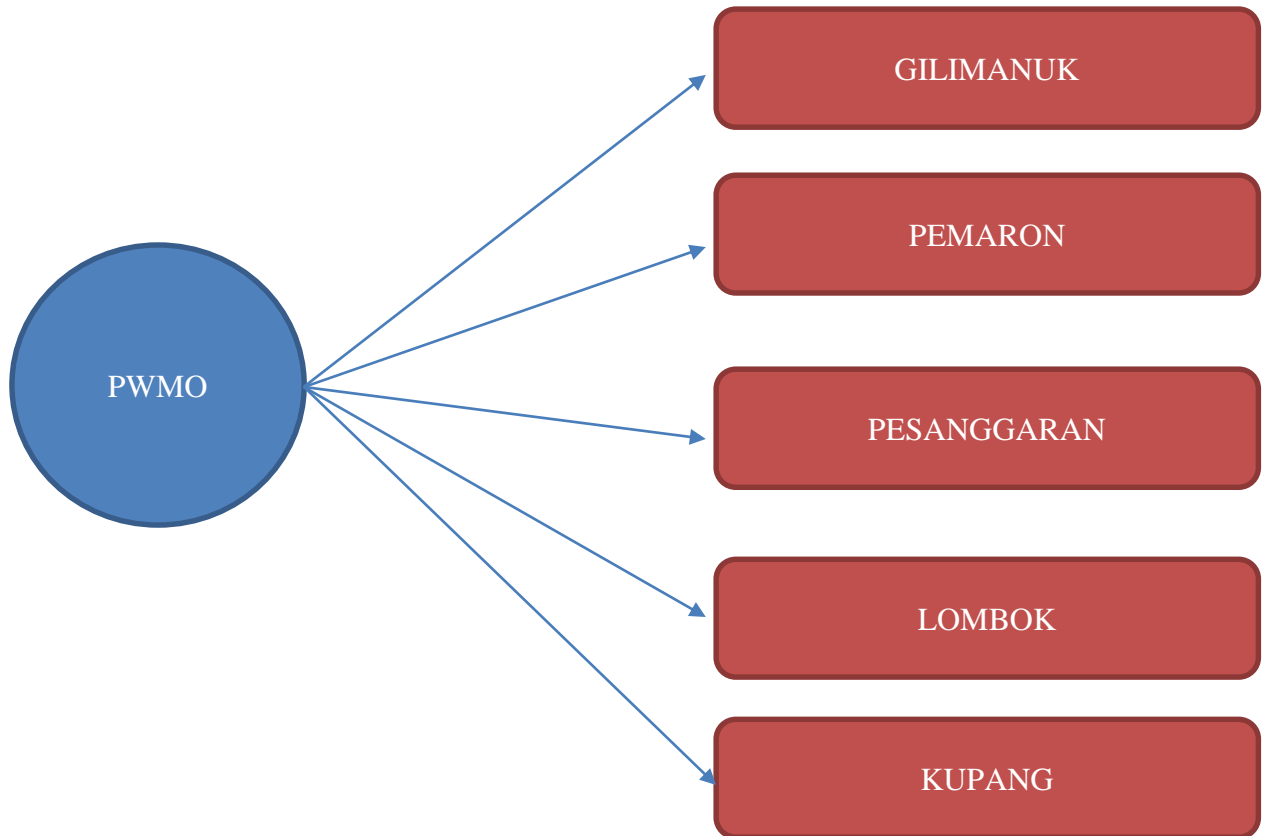
3.1.7 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3-1 Bagan alir penelitian

3.2 Model Matematis

Untuk mendapatkan perhitungan biaya dari masing – masing moda yang digunakan maka cara yang ditempuh adalah :



$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^1 \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^5 X_{ijk} \cdot C_{ijk} + \sum_{k=1}^5 H_k \cdot N_k$$

Keterangan :

- ✓ X = Jumlah Roundtrif
- ✓ C = Biaya Pengiriman (Rp)
- ✓ i = Kota Asal
- ✓ j = Kota Tujuan
- ✓ k = Kapal yang digunakan
- ✓ H = Biaya charter kapal
- ✓ N = Jumlah kapal yang digunakan
- ✓ P = Payload kapal

Decision Variable = X_{ijk}

$$\begin{aligned}\text{Constrain} = & X_{111}.P_1 + X_{112}.P_2 + X_{113}.P_3 + X_{114}.P_4 + X_{115}.P_5 \geq D_1 \\ & X_{121}.P_1 + X_{122}.P_2 + X_{123}.P_3 + X_{124}.P_4 + X_{125}.P_5 \geq D_2 \\ & X_{131}.P_1 + X_{132}.P_2 + X_{133}.P_3 + X_{134}.P_4 + X_{135}.P_5 \geq D_3 \\ & X_{141}.P_1 + X_{142}.P_2 + X_{143}.P_3 + X_{144}.P_4 + X_{145}.P_5 \geq D_3 \\ & X_{151}.P_1 + X_{152}.P_2 + X_{153}.P_3 + X_{154}.P_4 + X_{155}.P_5 \geq D_5\end{aligned}$$

Setelah didapatkan hasil dari perhitungan diatas, maka akan dibandingkan antara distribusi dengan jenis LNG dan CNG.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4 GAMBARAN UMUM

4.1 Bali

Secara geografis Provinsi Bali terletak pada $8^{\circ}3'40''$ - $8^{\circ}50'48''$ Lintang Selatan dan $114^{\circ}25'53''$ - $115^{\circ}42'40''$ Bujur Timur. Relief dan topografi Pulau Bali di tengah-tengah terbentang pegunungan yang memanjang dari barat ke timur.



Gambar 4-1 Peta Bali

Provinsi Bali terletak di antara Pulau Jawa dan Pulau Lombok. Batas fisiknya adalah sebagai berikut:

- Utara : Laut Bali
- Timur : Selat Lombok (Provinsi Nusa Tenggara Barat)
- Selatan : Samudera Indonesia
- Barat : Selat Bali (Provinsi Jawa Timur)

Secara administrasi, Provinsi Bali terbagi menjadi delapan kabupaten dan satu kota, yaitu Kabupaten Jembrana, Tabanan, Badung, Gianyar, Karangasem, Klungkung, Bangli, Buleleng, dan Kota Denpasar yang juga merupakan ibukota provinsi. Selain Pulau Bali Provinsi Bali juga terdiri dari pulau-pulau kecil lainnya, yaitu Pulau Nusa Penida, Nusa Lembongan, dan Nusa Ceningan di wilayah Kabupaten Klungkung, Pulau Serangan di wilayah Kota Denpasar, dan Pulau Menjangan di Kabupaten Buleleng. Luas total wilayah Provinsi Bali adalah 5.634,40 ha dengan panjang pantai mencapai 529 km.

Tabel 4-1 Tabel luas wilayah Bali

Kabupaten/Kota	Ibukota	Luas (km ²)	Persentase (%)
Jembrana	Negara	841,80	14,94
Tabanan	Tabanan	839,30	14,90
Badung	Badung	420,09	7,43
Denpasar	Denpasar	123,98	2,20
Gianyar	Gianyar	368,00	6,53
Klungkung	Semarapura	315,00	5,59
Bangli	Bangli	520,81	9,25
Karangasem	Amlapura	839,54	14,90
Buleleng	Singaraja	1.365,88	24,25
Jumlah		5.634,40	100,00

4.1.1 Konsumsi Gas Di Bali

Konsumsi gas terbesar di Bali adalah tiga pembangkit listrik yang ada di Bali. Ketiga pembangkit tersebut adalah PLTG Pamaran, PLTG Pesanggaran, dan PLTG Gilimanuk. Kapasitas terpasang daya dari masing – masing pembangkit tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4-2 Tabel kapasitas PLTG di Bali

Power Plant	Number of Machine	Installed Capacity	Total
Pesanggaran Diesel PP	3	5.08 MW	15.28 MW
Pesanggaran Diesel PP	1	4.14 MW	4.14 MW
Pesanggaran Diesel PP	2	6.77 MW	13.54 MW
Pesanggaran Diesel PP	2	6.52 MW	13.04 MW
Pesanggaran Diesel PP	2	12.39 MW	24.78 MW
Pesanggaran GTPP	1	21.35 MW	21.35 MW
Pesanggaran GTPP	1	20.10 MW	20.10 MW
Pesanggaran GTPP	2	42.00 MW	84.00 MW
Gilimanuk GTPP	1	133.80 MW	133.80 MW
Pemaron GTPP	2	48.80 MW	97.60 MW

Ketiga pembangkit tersebut letaknya tersebar di seluruh daerah Bali. Lokasi dari ketiga pembangkit tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4-2 Peta pembangkit di Bali

Total untuk kebutuhan gas ketiga pembangkit tersebut adalah :

Tabel 4-3 Kebutuhan gas PLTG di Bali

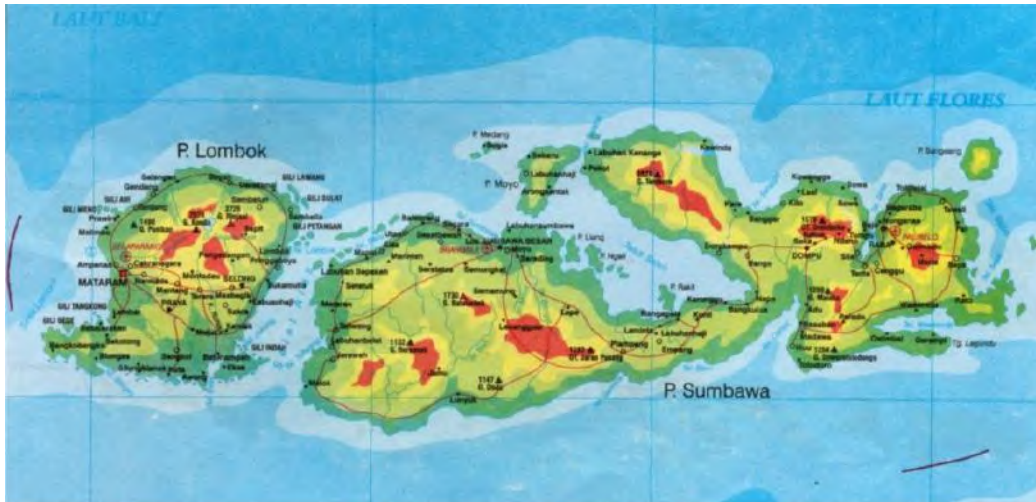
Nama PLTG	Kapasitas (Mw)	Konsumsi Gas per hari (MMSCFD)
PLTG Gilimanuk	130	26
PLTG Pemaron	80	16
PLTG Pesanggaran	162	32,4
Total	372	74,4

4.2 Nusa Tenggara Barat (NTB)

Provinsi Nusa Tenggara Barat terletak antara 115° 46' - 119° 5' Bujur Timur dan 8° 10' - 9° 5' Lintang Selatan. Provinsi Nusa Tenggara Barat terdiri atas 2 pulau besar yaitu Lombok dan Sumbawa dan dikelilingi oleh 280 pulau-pulau kecil. Luas wilayah Provinsi NTB mencapai 49.312,19 km² terdiri dari daratan seluas 20.153,15 km² (40,87%) dan perairan laut seluas 29.159,04 km² (59,13%) dengan panjang garis pantai 2.333 km. Luas Pulau Sumbawa mencapai 15.414,5 km² (23,51%).

Berdasarkan data statistik dari lembaga meteorologi, temperatur maksimum pada tahun 2001 berkisar antara 30,9° – 32,1° C, dan temperatur minimum berkisar antara

20,6° - 24,5°C. Temperatur tertinggi terjadi pada bulan September dan terendah ada bulan Nopember. Sebagai daerah tropis, NTB mempunyai rata-rata kelembaban yang relatif tinggi, yaitu antara 48 - 95 %.



Gambar 4-3 Peta NTB

Batas Wilayah Provinsi Nusa Tenggara Barat adalah :

- Sebelah Utara Dengan : Laut Jawa dan Laut Flores
- Sebelah Selatan Dengan : Samudra Indonesia
- Sebelah Barat Dengan : Selat Lombok / Prop. Bali
- Sebelah Timur Dengan : Selat Sape / Propinsi NTT

Luas daerah Provinsi dapat dirinci sesuai dengan Kabupaten/Kota adalah sebagai berikut :

Gambar 4-4 Tabel luas wilayah NTB

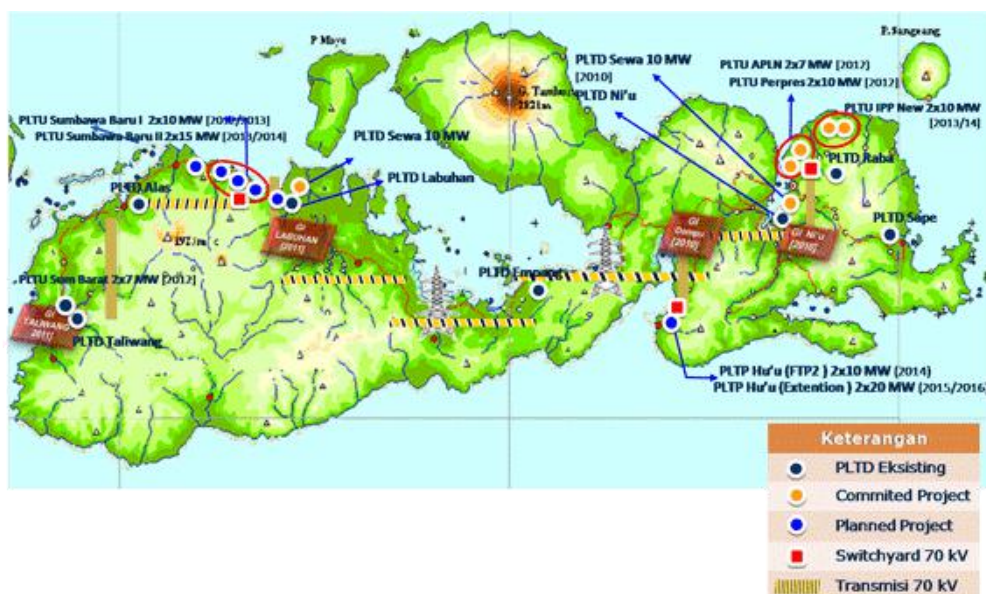
Kabupaten / Kota	Luas (km ²)	Persentase (%)
(1)	(2)	(3)
Lombok Barat	1.053,92	5,23
Lombok Utara	809,53	4,02
Lombok Tengah	1.208,40	6,00
Lombok Timur	1.605,55	7,97
Sumbawa Barat	1.849,02	9,17
Sumbawa	6.643,98	32,97
Dompu	2.324,60	11,53
Bima	4.389,40	21,78
Kota Mataram	61,30	0,30
Kota Bima	207,50	1,03
Jumlah / Total	20.153,20	100,00

4.2.1 Konsumsi Gas Di NTB

Konsumsi gas di NTB tidak sebesar konsumsi gas di Bali. Hal ini dikarenakan jumlah pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar gas di NTB tidak banyak dan juga kapasitas terpasangnya kecil. Kapasitas total dari pembangkit listrik yang ada di seluruh NTB adalah sekitar 100 MW. Sedangkan konsumsi gas dari pembangkit tersebut adalah 20 MMSCFD per hari. Berikut ini adalah gambar lokasi pembangkit yang ada di NTB :



Gambar 4-5 Peta pembangkit di pulau Lombok



Gambar 4-6 Peta pembangkit di pulau Sumba

Tabel 4-4 Konsumsi Gas di NTB

Nama PLTG	Kapasitas (Mw)	Konsumsi Gas per hari (MMSCFD)
PLTU Jeranjang	50	10
PLTU Loan	50	10
Total	100	20

4.3 Nusa Tenggara Timur (NTT)

Provinsi Nusa Tenggara Timur terletak di antara 8° - 12° Lintang Selatan dan 118° - 125° Bujur Timur. Secara geografis, luas wilayah Provinsi Nusa Tenggara Timur terdiri dari daratan seluas 4.734.990 Ha tersebar di 1.192 pulau (44 pulau dihuni dan 1.418 pulau tidak dihuni). Selanjutnya batas-batas daerah Provinsi Nusa Tenggara Timur dapat diuraikan sebagai berikut :

- Sebelah utara berbatasan dengan Laut Flores;
- Sebelah selatan berbatasan dengan Samudera Hindia dan Negara Australia;
- Sebelah timur berbatasan dengan Negara Republic Democratic Timor Leste;
- Sebelah barat berbatasan dengan Selat Sape Provinsi Nusa Tenggara Barat.



Gambar 4-7 Peta NTT

Sebagian besar wilayah Provinsi Nusa Tenggara Timur berada pada rentang ketinggian 100 s/d 500 meter diatas permukaan laut dengan luas $\pm 2.309.747$ Ha, sedangkan sebagian kecil atau 3,65% wilayah Provinsi Nusa Tenggara Timur berada pada ketinggian ± 1.000 m diatas permukaan laut. Lahan dengan kemiringan ± 15 s/d 40% mencapai 38.07% dan lahan dengan kemiringan $> 40\%$ mencapai 35,46%.

Keadaan Topografis Nusa Tenggara Timur berbukit-bukit dengan dataran tersebar secara sporadic pada gugusan yang sempit. Pada semua pulau dominan permukaannya berbukit dan bergunung-gunung, dataran-dataran yang sempit memanjang mengikuti garis pantai, diapit oleh dataran atau perbukitan. Kondisi geomorfologis yang demikian menyebabkan pertanian pada dataran sangat terbatas baik pertanian basah maupun lahan kering. Pertanian lahan kering banyak dilakukan pada daerah-daerah dengan kemiringan yang curam sehingga produktivitas menjadi lemah.

Memiliki sebanyak 40 sungai dengan panjang berkisar antara ± 25 s/d 118 km. Di Daratan Flores dan Daratan Alor terdapat 11 gunung berapi dengan ketinggian berkisar antara ± 637 s/d 2.149 m diatas permukaan laut, yang sejak Tahun 1881 sampai dengan tahun 2004 tercatat semua gunung berapi yang ada pernah mengalami letusan.

Provinsi Nusa Tenggara Timur dikenal 2 musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Pada bulan Juni-September arah angin bersal dari Australia dan tidak banyak mengandung uap air sehingga mengakibatkan musim kemarau. Sebaliknya pada bulan Desember-Maret arus angin banyak mengandung uap air dari Asia dan Samudera Pasific sehingga terjadi musim hujan. Keadaan seperti ini berganti setiap setengah tahun setelah melewati masa peralihan pada bulan April-Mei dan Oktober-November.

Walau demikian Provinsi Nusa Tenggara Timur dekat dengan Australia, arus angin yang banyak mengandung uap air dari Asia dan Samudera Pasifik sampai wilayah NTT kandungan uap air sudah berkurang yang menyebabkan volume hujan lebih sedikit dibanding dekat dengan Asia. Hal ini yang menyebabkan NTT sebagai wilayah yang tergolong kering dimana hanya 4 bulan (januari-maret, dan desember) yang keadaan relative basah dan 8 bulan sisanya relative kering.

Suhu udara maksimum rata-rata berkisar antara 30 s/d 36° C dan suhu udara minimum berkisar antara 21 sd 24,5° C, dengan curah hujan rata-rata adalah 1.164 mm/tahun.

4.3.1 Konsumsi Gas Di NTT

Konsumsi gas di NTT lebih besar digunakan oleh pembangkit listrik. Pembangkit listrik yang ada di NTT berjumlah kurang lebih 3 buah. Tiga pembangkit listrik itu adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Bolok di Kabupaten Kupang dengan kapasitas 2x16,5 megawatt (MW), PLTU Ropa 2x7 MW di Kabupaten Ende, dan PLTU Atambua 4x6 MW di Kabupaten Belu. Konsumsi gas dari keempat pembangkit tersebut sekitar 14,2 MMSCFD.

Tabel 4-5 Konsumsi Gas di NTT

Nama PLTG	Kapasitas (Mw)	Konsumsi Gas per hari (MMSCFD)
PLTU Bolok	33	6,6
PLTU Ropa	14	2,8
PLTU Atambua	24	4,8
Total	71	14,2



Gambar 4-8 PLTU Ropa di NTT

4.4 Gas Alam Di Indonesia

Kebutuhan pasokan gas dalam negeri mencapai 7.808 juta kaki kubik per hari (mmscfd atau *million standard cubic feet per day*). Tingkat kebutuhan gas untuk domestik yang cukup besar itu, tidak diimbangi dengan penyediaan infrastruktur yang memadai. Hal itu juga menjadi faktor penyebab penggunaan gas di dalam negeri tidak bisa maksimal. Pipa gas seharusnya menghubungkan seluruh daerah mulai dari Aceh hingga Banyuwangi, namun saat ini yang belum tersambung adalah Aceh-Medan, serta Cirebon-Semarang-Gresik. Perusahaan Gas Negara (PGN) berencana melakukan

pipanisasi gas di jalur Pantai Utara Jawa (Pantura), sebagai langkah konversi bahan bakar minyak ke Bahan Bakar Gas (BBG).

Gas yang berasal dari sejumlah ladang gas, seperti Tangguh di Papua dan Natuna di Kepulauan Riau, belum bisa didistribusikan secara maksimal dalam waktu dekat ini karena terkendala minimnya infrastruktur. Pembangunan infrastruktur saat ini memang belum maksimal, sehingga belum mampu memenuhi kebutuhan gas dalam negeri. Untuk pipanisasi gas dalam negeri, saat ini Pemerintah masih mengandalkan bahan baku impor dari Jepang, Amerika dan Jerman terutama pipa *stainless*. Perusahaan besi dalam negeri Krakatau Steel belum bisa memproduksi karena harga barang yang mahal dan teknologi tinggi.

Pemerintah sempat mengeluarkan rencana melakukan moratorium ekspor gas untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Moratorium merupakan langkah untuk tidak memperpanjang kontrak ekspor gas yang sudah habis masanya dan proyek gas baru, yang selanjutnya dialokasikan sebesar-besarnya untuk pasar domestik. Namun hal itu juga sulit terlaksana karena infrastruktur pengangkut gas masih minim. Apalagi lapangan gas lebih banyak ditemukan di wilayah timur, sementara penggunaanya banyak di Jawa dan Sumatera sehingga perlu infrastruktur untuk menyalurkan gas tersebut. Sementara pengiriman gas tidak bisa melalui pipa di laut karena kondisi geografis cukup sulit.

Sektor gas memang ikut menopang pertumbuhan ekonomi nasional dan menyumbang 25 persen bagi APBN. Berdasarkan data Badan Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (BP Migas), penerimaan negara dari sektor migas pada tahun 2012 ditargetkan 33,485 miliar dolar AS. Target tersebut turun dibandingkan tahun 2011 yang mencapai 35 miliar dolar AS. Pada tahun 2010 mencapai 26,497 miliar dolar AS, dan tahun 2009 sebesar 19 miliar dolar AS.

Harga ekspor gas dari Indonesia sekitar USD 16 sampai USD 17 per mmbtu (*million metric british thermal unit*). Dari data BP Migas, saat ini harga rata-rata ekspor gas melalui pipa sebesar US\$ 13,52 per MMBtu, sedangkan harga rata-rata ekspor gas melalui LNG (Liquefied Natural Gas/Gas Alam Cair) sekitar US\$ 12,83 per mmbtu. Harga ekspor gas ke Taiwan sekitar US\$ 18,32 per mmbtu, Thailand US\$ 15,15 per mmbtu, Korea US\$ 12,4 per mmbtu, dan China US\$ 3,35 per mmbtu. Tak hanya masalah ekspor saja, namun harga gas dalam negeri juga akan naik sebagai bagian dari misi Pemerintah guna memperoleh dana untuk menutupi kekurangan subsidi BBM.

BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Kebutuhan Gas Untuk Pembangkit Listrik di Bali, NTB, dan NTT

Kebutuhan gas dari pembangkit listrik ditentukan dari besarnya kapasitas pembangkit tersebut. Dimana kebutuhan dari pembangkit listrik dengan sistem *steam cycle engine* 500 MW membutuhkan gas sebesar 100 MMSCFD (Sugiono, 2006). Sedangkan 1 MMSCFD \approx 19,39 ton LNG dan 1 MMSCFD \approx 28,25 ton CNG. Sehingga dihasilkan konversi kebutuhan gas seperti dibawah ini.

Tabel 5-1 Konsumsi Gas di Bali

	PLTG Gilimanuk	PLTG Pemaron	PLTG Pesanggaran	Satuan
Kapasitas	130	80	162	MW
Konsumsi Gas per Hari	26	16	32	MMSCFD
Konsumsi Gas per Hari dalam LNG	504	310	628	ton
Konsumsi Gas per Hari dalam LNG	1.094	673	1.363	m3
Konsumsi Gas per Tahun dalam LNG	399.156	245.635	497.410	m3
Konsumsi Gas per Hari dalam CNG	735	452	915	ton
Konsumsi Gas per Hari dalam CNG	1.049.286	645.714	1.307.571	m3
Konsumsi Gas per Tahun dalam CNG	382.989.286	235.685.714	477.263.571	m3

Tabel 5-2 Konsumsi Gas di NTB

	PLTU Jeranjang	PLTU Loan	Satuan
Kapasitas	50	50	MW
Konsumsi Gas per Hari	10	10	MMSCFD
Konsumsi Gas per Hari dalam LNG	194	194	ton
Konsumsi Gas per Hari dalam LNG	421	421	m3
Konsumsi Gas per Tahun dalam LNG	153.522	153.522	m3
Konsumsi Gas per Hari dalam CNG	283	283	ton
Konsumsi Gas per Hari dalam CNG	403.571	403.571	m3
Konsumsi Gas per Tahun dalam CNG	147.303.571	147.303.571	m3

Tabel 5-3 Konsumsi Gas di NTT

	PLTU Bolok	PLTU Ropa	PLTU Atambua	Satuan
Kapasitas	33	14	24	MW
Konsumsi Gas per Hari	7	3	5	MMSCFD
Konsumsi Gas per Hari dalam LNG	128	54	93	ton
Konsumsi Gas per Hari dalam LNG	278	118	202	m3
Konsumsi Gas per Tahun dalam LNG	101.324	42.986	73.690	m3
Konsumsi Gas per Hari dalam CNG	186	79	136	ton
Konsumsi Gas per Hari dalam CNG	266.357	113.000	193.714	m3
Konsumsi Gas per Tahun dalam CNG	97.220.357	41.245.000	70.705.714	m3

5.2 Pengiriman Dengan LNG

Pengiriman gas alam menggunakan LNG memiliki beberapa komponen biaya. Biaya – biaya tersebut adalah liquefaction cost, shipping cost, dan regastification cost. Di bawah ini akan dijelaskan besaran dari tiap – tiap komponen biaya pada pengiriman dengan menggunakan LNG.

5.2.1 Liquefaction Cost

Liquefaction cost adalah biaya untuk mengubah gas alam menjadi cair pada tekanan mendekati atmosfer (tekanan transportasi maksimum yang ditetapkan pada sekitar 25 kPa/3.6 psi) dengan mendinginkannya sekitar -162 ° untuk C (-260 ° F). Setiap kilang LNG memiliki biaya – biaya yang berbeda pada setiap prosesnya. Berikut ini adalah biaya liquefaction dari beberapa kilang yang ada di Indonesia.

Tabel 5-4 Biaya Liquefaction Cost

Liquefaction Cost		
Kilang	Kapasitas (MMTPA)	Harga (\$/MMBTu)
Donggi	2	1,03
Tangguh	7,6	0,86
Arun	12,85	0,83
Bontang	21,4	0,81
Rata-rata (US\$/MMBTu)		0,88
Rata-rata (Rp/m3)		423,40

Dari tabel diatas rata – rata biaya untuk liquefaction yang ada di Indonesia adalah sekitar 0,88 US\$/Mmbtu atau setara 423 Rp/m3.

5.2.2 Shipping Cost

Terdapat tiga kategori biaya dalam pengoperasian kapal yaitu:

1. Biaya modal (*capital cost*)
2. Biaya operasional (*operational cost*)
3. Biaya pelayaran (*voyage cost*)

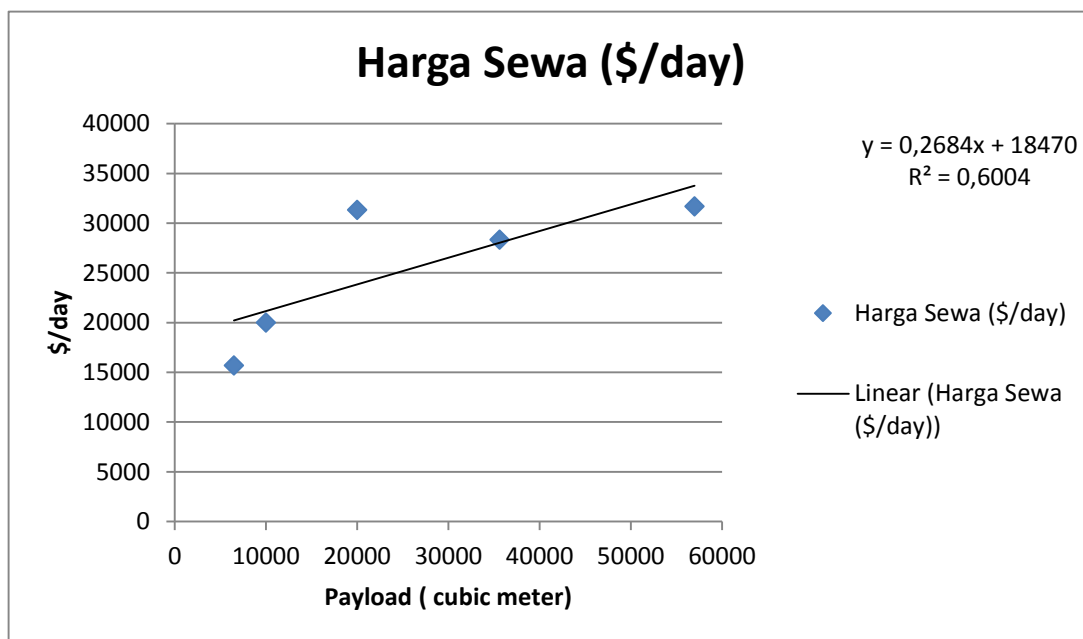
Biaya modal adalah harga kapal ketika dibeli atau dibangun. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut, Pengembalian nilai *capital* ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan. Sedangkan biaya operasional adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar, yang termasuk dalam biaya operasional adalah biaya ABK, perawatan dan perbaikan kapal, bahan makanan, minyak pelumas, asuransi dan administrasi.

Dalam penelitian ini, tipe carter untuk kapal yang dipilih adalah time charter. Dimana sistem penyewaan kapal antara pemilik kapal (Ship's Owner) dengan Penyewa (Charterer) yang di dasarkan pada jangka waktu (lamanya penyewaan) yang di setujui bersama oleh kedua belah pihak. Semua beban yang terkait dengan kapal (gaji ABK,perawatan kapal, perbekalan dan lain-lainnya) menjadi beban tanggungan pihak pemilik kapal (ship's owner) tetapi biaya-biaya pelabuhan sandar,dsb dimana kapal yang di sewa itu singgah/ meninggalkan pelabuhan, bahan bakar minyak,air minum dan biaya-biaya lain terkait dengan kepentingan penyewa, maka semua beban biaya tersebut, menjadi tanggung jawab pihak penyewa (Charterer). Adapun biaya time charter dari kapal LNG adalah sebagai berikut :

Tabel 5-5 Harga Sewa Kapal LNG

Kapasitas (cubic meter)	Harga Sewa (\$/month)	Harga Sewa (\$/day)
57000	950.000	31.667
35600	850.000	28.333
20000	940.000	31.333
10000	600.000	20.000
6500	470.000	15.667

sumber : <http://www.fearnleys.com/index.gan?id=190&subid=0&weeklysection=3&weekly=1&action=&sendto=>



Gambar 5-1 Grafik Harga Sewa Kapal LNG

Dengan melakukan regresi pada data sewa yang ada kita dapat menentukan besarnya biaya sewa sesuai dengan kapasitas kapal yang kita inginkan.

Biaya pelayaran adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan tunda. Besarnya biaya pelayaran adalah

Tabel 5-6 Biaya Pelayaran

Voyage Cost		
Harga MFO	574	\$/ton
	7.468.110	Rp/ton
Harga LO	730	\$/ton
	9.490.000	Rp/ton

Sumber : http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore#_MDO

Untuk biaya kepelabuhan adalah sebagai berikut :

Tabel 5-7 Biaya Pelabuhan

Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan

Sumber : *Pelindo III*

Dari beberapa komponen biaya pelayaran diatas, maka akan dapat dihitung besarnya biaya pelayaran untuk satu kapal.. Dengan cara yang sama dapat dihitung besarnya biaya pelayaran sesuai dengan jarak dan jumlah muatan.

5.2.3 Regastifaction Cost

Biaya regastifaction adalah biaya untuk mengkonversi kembali cair menjadi uap. Regastifikasi terjadi di pelabuhan tujuan LNG. LNG diturunkan ke dalam tangki penyimpanan. LNG kemudian dipanaskan menjadi uap yang diperlukan sebelum memasuki sistem pipa gas lokal. Setibanya di terminal penerima dalam keadaan cair, LNG pertama-tama dipompa ke tangki penyimpanan, mirip dengan yang digunakan pada saat pencairan, pada tekanan atmosfer. Berikut ini adalah biaya liquefaction dari beberapa kilang yang ada di Indonesia.

Tabel 5-8 Biaya Regastifaction

Regastification Cost		
Sumber	Kapasitas (MMTPA)	Harga (\$/MMBTu)
Arun	3	1,4
Lampung LNG	1,8	2,0
Rata-rata		1,70
		815,62 Rp/m ³

Dari tabel diatas rata – rata biaya regastifaction adalah 0,90 US\$/MMBTu atau sekitar 815 Rp/m³.

5.3 Pengiriman Dengan LNG

Pengiriman gas alam menggunakan CNG memiliki beberapa komponen biaya. Biaya – biaya tersebut adalah compression cost dan shipping cost. Di bawah ini akan dijelaskan besaran dari tiap – tiap komponen biaya pada pengiriman dengan menggunakan CNG.

5.3.1 Compression Cost

Biaya compression adalah biaya yang digunakan untuk mengkompresi gas. Gas ditekan menggunakan kompresor gas hingga mencapai tekanan 250 barg atau 25MPa. Setelah ditekan, gas dialirkan dan disimpan didalam rangkaian *tube-tube (storage)* dengan tekanan 250 barg. Ketika gas akan digunakan, gas akan dialirkan ke Kapal Laut/Vessel dengan sifat alaminya hingga tekanan setimbang menuju *tube storage* yang ada di Kapal Laut. Setelah tekanan setimbang terjadi, sisa gas yang ada di *tube storage* akan disedot menggunakan kompresor hingga tekanan 250 barg pada *tube storage* di Kapal Laut. Kapal Laut akan bekerja setelah kapasitas gas yang akan diangkut memenuhi seluruh *tube storage*.

Rata – rata biaya untuk kompresi gas yang ada di Indonesia adalah sekitar 2 US\$/MMBTu atau 960 Rp/m³. Harga ini merupakan harga rata – rata yang umum digunakan di Indonesia.

5.3.2 Shipping Cost

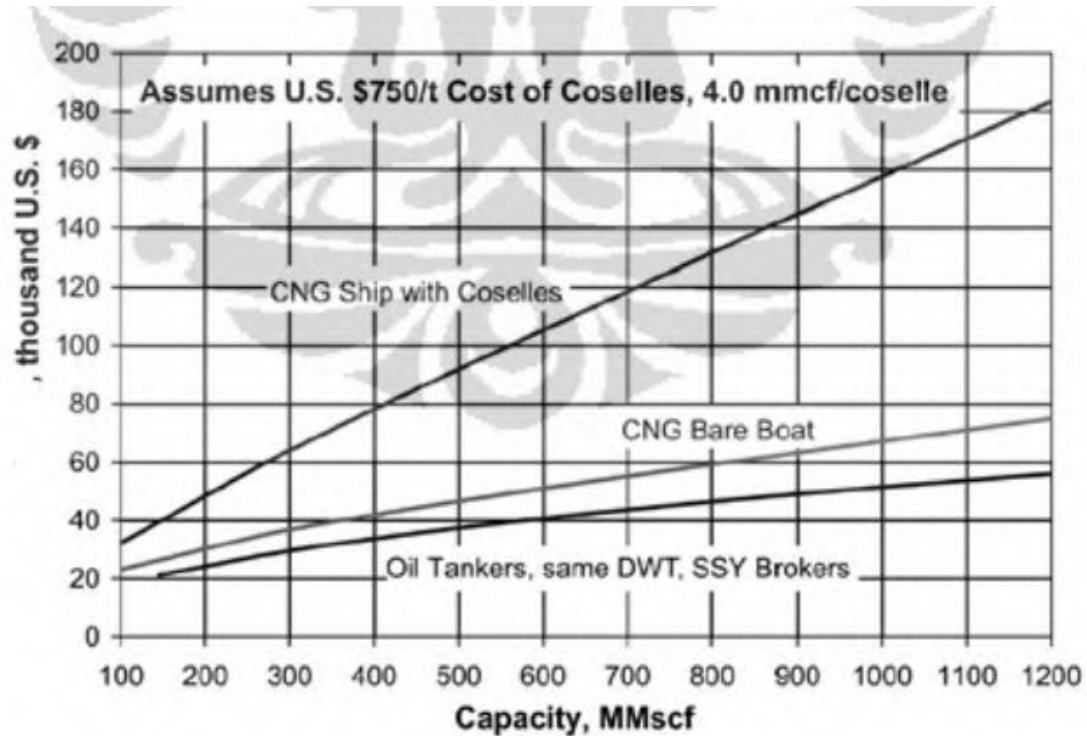
Terdapat tiga kategori biaya dalam pengoperasian kapal yaitu:

1. Biaya modal (*capital cost*)
2. Biaya operasional (*operational cost*)
3. Biaya pelayaran (*voyage cost*)

Biaya modal adalah harga kapal ketika dibeli atau dibangun. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut, Pengembalian nilai *capital* ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan. Sedangkan biaya operasional adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar, yang termasuk dalam biaya operasional adalah biaya ABK, perawatan dan perbaikan kapal, bahan makanan, minyak pelumas, asuransi dan administrasi.

Dalam penelitian ini, tipe carter untuk kapal yang dipilih adalah time charter. Dimana sistem penyewaan kapal antara pemilik kapal (Ship's Owner) dengan Penyewa (Charterer) yang di dasarkan pada jangka waktu (lamanya penyewaan) yang di setuju bersama oleh kedua belah pihak. Semua beban yang terkait dengan kapal (gaji ABK,perawatan kapal, perbekalan dan lain-lainnya) menjadi beban tanggungan pihak pemilik kapal (ship's owner) tetapi biaya-biaya pelabuhan sandar,dsb dimana kapal yang di sewa itu singgah/ meninggalkan pelabuhan, bahan bakar minyak,air minum dan biaya-biaya lain terkait dengan kepentingan penyewa, maka semua beban biaya tersebut, menjadi tanggung jawab pihak penyewa (Charterer). Adapun biaya time charter dari kapal LNG adalah sebagai berikut :

Gambar 5-2 Harga sewa kapal CNG tipe Coselles



Dengan melakukan regresi pada data sewa yang ada kita dapat menentukan besarnya biaya sewa sesuai dengan kapasitas kapal yang kita inginkan.

Biaya pelayaran adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan tunda. Besarnya biaya pelayaran adalah

Tabel 5-9 Biaya pelayaran kapal CNG

Voyage Cost		
Harga MFO	574	\$/ton
	7.468.110	Rp/ton
Harga LO	730	\$/ton
	9.490.000	Rp/ton

Sumber : http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore#_MDO

Untuk biaya kepelabuhan adalah sebagai berikut :

Tabel 5-10 Biaya kepelabuhan

Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan

Sumber : Pelindo III

Dari beberapa komponen biaya pelayaran diatas, maka akan dapat dihitung besarnya biaya pelayaran untuk satu kapal.. Dengan cara yang sama dapat dihitung besarnya biaya pelayaran sesuai dengan jarak dan jumlah muatan.

5.4 Penentuan Pola Operasi Kapal

Perencanaan operasi distribusi gas alam ini akan mengadopsi sistem transportasi yang biasa beroperasi pada media darat dan penyebrangan laut. Kapal akan mengirimkan gas alam menuju tujuan distribusi yang telah ditentukan dan menurut waktu yang telah di jadwalkan. Dalam setahun, waktu operasi kapal yang digunakan adalah 340 hari. Kapal direncanakan akan beroperasi dilakukan setiap hari demi pemenuhan kebutuhan pembangkit di masing – masing tujuan, Namun sisa hari dalam setahun itu dijadikan hari untuk “*general maintance*” kapal agar berfungsi dengan baik saat digunakan. Adanya *Full maintance* dari kapal tersebut akan dilaksanakan pada setiap minggu ke tiga disetiap bulannya. Untuk kendala – kendala di lapangan yang menyebabkan aktifitas terhambat , akan disediakan kapal pengganti.

5.5 Penentuan Rute Kapal

Dalam penentuan rute kapal, diperlukan informasi tentang keadaan geografis daerah yang akan dituju. Penggunaan *starting point* dan *finish point* pada perencanaan dimaksudkan untuk memudahkan operasi kapal , dimana *starting point* yang dipilih disini adalah Pertamina West Madura Offshore (PWO) yang menjadi *home base* pada operasi ini. Pertamina West Madura Offshore dipilih karena memiliki sarana prasarana yang nantinya akan ditunjuk untuk persiapan perjalanan.

Penentuan rute merupakan bagian utama dalam perencanaan operasi. Dalam bagian ini akan dilakukan dengan :

- Intensitas jarak antar kota dan perubahannya.
- Banyak kota yang dituju termasuk koordinat atau jarak antar kota.
- Titik berangkat dan titik tujuan.

Tabel 5-11 Jarak dari Titik Asal ke Titik Tujuan

Rute	Jarak(nm)
PWMO ke Pesanggrahan	645
PWMO ke Gilimanuk	466
PWMO ke Pemaron	368
PWMO ke Lombok	463,6
PWMO ke Kupang	1248

Rute perjalanan kapal dan truk juga diskenariokan berawal dari setiap kemungkinan yang bisa diproses, hal ini dikarenakan saat ini sedang dibangun infrastruktur penerimaan dari masing – masing tempat sehingga memadai untuk membantu berjalannya pengoprasian kapal. Rute yang dipilih untuk distribusi menggunakan LNG adalah port to port dari PWMO ke Pesanggaran, PWMO ke Gilimanuk, PWMO ke Pemaron, PWMO ke Lombok, dan PWMO ke Kupang. Sedangkan untuk ditribusi dengan menggunakan CNG juga menggunakan port to port dari PWMO ke Pesanggaran, PWMO ke Gilimanuk, PWMO ke Pemaron, PWMO ke Lombok, dan PWMO ke Kupang.



Gambar 5-3 Rute kapal LNG



Gambar 5-4 Rute Distribusi CNG

Perjalanan kapal ini akan beroperasi dalam masing – masing opsi dengan kriteria – kriteria yang mendukung serta penyesuaian dengan muatan yang diangkut. Data – data pendukung yang berkaitan maka akan dihitung sesuai kegiatan transportasi yang ada. Perencanaan rute tersebut diharapkan dapat memenuhi permintaan gas dalam setiap tujuan.

5.6 Pemilihan Kapal

Dalam penelitian kali ini kapal LNG yang digunakan adalah kapal coastal carrier memiliki kapasitas angkut standar yaitu 1250 m³, 2500m³ dan 6000 m³. Kapal jenis ini sudah digunakan untuk transportasi LNG di Jepang. Pemilihan kapal jenis ini dikarenakan draft pelabuhan di tempat tujuan yang tidak dalam, sehingga dengan draft kapal yang ada akan dapat sandar di pelabuhan tujuan.

Salah satu contohnya adalah Kapal Shinju Maru, memiliki bobot 1781 ton deadweight (LOA 86.29 m x LBP 80.30 m x B 15.10 m x Depth 7.00 m x Draught 4.171 m, Daya Mesin 1912 KW/270 RPM, Kecepatan Dinas 12 knots) telah diperkenalkan dan dipergunakan di Jepang untuk mengangkut LNG dalam 2 Tangki Selinder yang Independent (TypeC) volume keseluruhan 2513 m³, Design Temperature –163 deg.C dan tekanan 300 kPaG. Kapal ini dikembangkan oleh Nippon Steel Corporation. Harga kapal sekitar US\$23juta.

Spesifikasi Teknis kapal ini antara lain: Sistem Tangki Muat bertekanan tanpa penanganan BOG, Mempunyai tingkat keselamatan yang tinggi terhadap tubrukan/kandas karena konstruksi Double Hull, Kemampuan olah gerak yang cukup baik dengan Schilling Rudder, CPP dan Bow Thruster. Sistem Tangki Muat bertekanan adalah berdasarkan IGC Code (Cargo Pressure/Temperature Control). Sistem ini memungkinkan LNG menjadi panas dan menaikkan tekanan didalam tangki naik, sementara isolasi/tekanan tangki muat memadai untuk menjaga margin yang sesuai selama waktu operasi pada suhu yang diinginkan.

Tabel 5-12 Data Kapal LNG

NO.	NAMA KAPAL	Payload Kapal (m3)	GT	Overall Length (m)	Moulded LxBxD (m)	Power (kW)	Speed (knot)
1	Kakurei Maru	2536	2952	86.290	80.300 x 15.100 x 7.000	2590	14,5
2	Akebono Maru	3587	4505	99.370	93.000 x 17.200 x 7.800	2942	11,5
3	Kakuyu Maru	2539	3031	88.800	82.560 x 15.300 x 7.200	2059	14
4	Shinju Maru 2	2536	2930	86.290	80.300 x 15.100 x 7.000	1912	13
5	Shinju Maru 1	2538	2936	86.250	80.300 x 15.100 x 7.000	1912	12

Sedangkan kapal CNG yang digunakan adalah konsep CNG Coselle, yaitu coiled pipe 6 inch / 11 miles/tekanan 300 psig/suhu ambient, misalnya 108 coselle untuk kapasitas 345 MMscfd, diawali oleh Cran & Stenning dan dikembangkan oleh William Energy. Vontrans (volume optimized transport and storage dari Enersea Transport LLC) dengan pipa vertikal/horizontal diameter 42 inch / 120 ft, tekanan 1800 psig / suhu -29oC dengan kapasitas 300 - 2000 MMscfd) dan GTM (gas transportation module) dari TransCanada Pipeline Ltd, panjang pipa 42 inch / 80 ft, dari bahan composite reinforced tahan sampai dengan 100.000 psi dan 35% lebih ringan, tekanan 3000 psig / suhu ambient, kapasitas 60.000 dwt untuk 450 MMscf.

Dilihat dari bentuknya, pipa dengan kekuatan tinggi (high strength) yang melingkar dalam sebuah struktur reel yang disebut dengan Coursel. Coursel ini nantinya akan menjadi dukungan dan perlindungan selama transportasi bagi coselle. Coselle sendiri diambil dari kata Coil dan Coursel. Ukuran coselle sendiri antara 15 sampai 20 meter untuk diameternya dan 2.5 sampai 4.5 meter untuk tingginya dan beratnya sendiri

mencapai 550 ton. Setiap coselle mampu mengangkut CNG sekitar 3 MMSCF, tergantung dimensi, tekanan dan komposisi coselle tersebut.

Tabel 5-13 Data Kapal CNG

NO.	NAMA KAPAL	Payload Kapal (m3)	GT	Overall Length (m)	B	D	Power (kW)	Speed (knot)
1	C16	1800000	25247	137	23,5	7,3	5500	13
2	C25	2800000	32957	160	23,5	8	7500	15
3	C36	4100000	47315	180	28,5	8,2	10000	16
4	C84	9900000	111842	234	46	8,7	23500	18
5	C128	15000000	172239	278	48	10,5	26500	18

5.7 Optimasi Rute dan Armada kapal

Optimasi adalah suatu proses untuk mendapatkan satu hasil yang relatif lebih baik (maksimumkan/minimumkan) dari beberapa kemungkinan hasil yang memenuhi syarat berdasarkan batasan-batasan yang diberikan atau tertentu.

Dalam melakukan suatu proses optimasi terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain ; variabel, parameter, konstanta, batasan, dan fungsi objektif. Berbagai hal di atas nantinya berfungsi sebagai acuan dalam melakukan proses optimasi. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut :

- Variabel merupakan harga-harga yang akan dicari dalam proses optimisasi.
- Parameter adalah harga yang tidak berubah besarnya selama satu kali proses optimisasi karena adanya syarat-syarat tertentu. Atau dapat juga suatu variabel yang diberi harga. Data tersebut dapat diubah setelah satu kali proses untuk menyelidiki kemungkinan terdapatnya hasil yang lebih baik.
- Batasan adalah harga-harga atau nilai-nilai batas yang telah ditentukan baik oleh perencanaan, pemesan, peraturan, atau syarat-syarat yang lain.
- Fungsi Objectif merupakan hubungan dari keseluruhan atau beberapa variabel serta parameter yang harganya akan dioptimumkan. Fungsi tersebut dapat berbentuk linear, non linier, atau gabungan dari keduanya dengan fungsi yang lain.

Total pembiayaan operasi kapal,akomodasi kapal,dll merupakan biaya yang harus dibayar dengan dengan scenario yang telah ditetapkan maka dari itu langkah selanjutnya akan dimodelkan dalam perhitungan solver yang akan menentukan pilihan yang tersedia.

Perencanaan rute yang telah ditetapkan tadi juga akan menjadi penentu jumlah perjalanan yang akan ditempuh moda maupun pemilihan terhadap moda itu sendiri. Untuk menjadikan model yang sesuai maka harus dilengkapi dengan variable pendukung.

Tabel 5-14 Data Awal Solver untuk Pengiriman LNG

Rute	Jarak(nm)	Demand per Tahun (m3)	Payload Kapal (m3)				
			1	2	3	4	5
PWMO ke Pesanggrahan	645	497.410	2536	3587	2539	2536	2538
PWMO ke Gilimanuk	466	399.156	2536	3587	2539	2536	2538
PWMO ke Pamaran	368	245.635	2536	3587	2539	2536	2538
PWMO ke Lombok	463,6	307.043	2536	3587	2539	2536	2538
PWMO ke Kupang	1248	218.001	2536	3587	2539	2536	2538

Tabel 5-15 Data Awal Solver untuk Pengiriman CNG

Rute	Jarak(nm)	Demand per Tahun (m3)	Payload Kapal (m3)				
			1	2	3	4	5
PWMO ke Pesanggrahan	645	477.263.571	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000
PWMO ke Gilimanuk	466	382.989.286	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000
PWMO ke Pamaran	368	235.685.714	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000
PWMO ke Lombok	463,6	294.607.143	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000
PWMO ke Kupang	1248	209.171.071	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000

Pada Tabel diatas merupakan data awal yang digunakan untuk opmitasi . Pada model solver ini , sesuai dengan pemilihan moda yang telah disebutkan , semua rute akan dilayani dengan moda yang telah ditentukan sebelumnya.

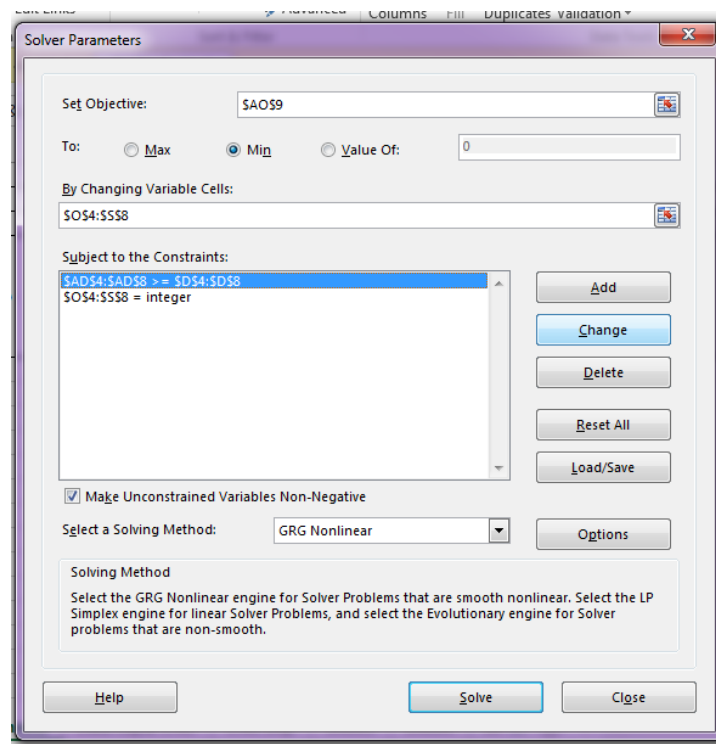
Tabel 5-16 Biaya Kapal LNG

Rute	Total Voyage & Cargo Handling Cost per Roundtrip				
	Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5
PWMO ke Pesanggrahan	Rp 461.984.367	Rp 665.343.562	Rp 407.802.574	Rp 408.333.590	Rp 433.167.784
PWMO ke Gilimanuk	Rp 366.427.615	Rp 526.438.537	Rp 326.900.778	Rp 326.912.300	Rp 344.877.838
PWMO ke Pamaran	Rp 315.375.476	Rp 452.454.396	Rp 283.642.040	Rp 283.299.383	Rp 297.505.188
PWMO ke Lombok	Rp 367.118.899	Rp 527.798.072	Rp 327.429.619	Rp 327.325.296	Rp 345.199.927
PWMO ke Kupang	Rp 791.674.770	Rp 1.145.994.514	Rp 686.707.617	Rp 688.558.833	Rp 736.536.258

Tabel 5-17 Biaya Kapal CNG

Rute	Total Voyage & Cargo Handling Cost per Roundtrip				
	Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5
PWMO ke Pesanggrahan	Rp 965.498.912	Rp 1.376.921.065	Rp 2.035.271.256	Rp 7.730.690.071	Rp 12.008.632.865
PWMO ke Gilimanuk	Rp 772.990.963	Rp 1.149.411.672	Rp 1.759.239.462	Rp 7.731.419.931	Rp 11.370.232.965
PWMO ke Pamaran	Rp 667.595.550	Rp 1.024.853.456	Rp 1.608.115.910	Rp 7.302.262.145	Rp 11.020.717.936
PWMO ke Lombok	Rp 770.409.851	Rp 1.146.361.266	Rp 1.755.538.477	Rp 7.720.909.944	Rp 11.361.673.413
PWMO ke Kupang	Rp1.614.003.342	Rp 6.696.045.891	Rp 2.965.143.725	Rp 4.866.030.993	Rp 14.159.220.236

Masing-masing tabel menjelaskan biaya yang ditimbulkan dari semua moda yang akan dipakai dan kapasitas untuk pemuatan gas alam yang akan disebarkan ke pembangkit – pembangkit yang telah ditentukan , adanya pelabelan pada moda diatas dimaksudkan dengan label yang akan dipakai dalam model solver itu sendiri.



Gambar 5-5 Model Solver

Model solver yang dibuat berdasarkan cost , supply , demand , dan kapasitas angkut kapal yang bertujuan untuk mencari jumlah trip/tahun yang akan dilakukan moda dan pemilihan moda yang sesuai. Fungsi akan di aplikasikan pada setiap rute tujuan dari asal. Setelah melakukan running pada solver berikut hasil yang ditampilkan.

Tabel 5-18 Decision Variable / Jumlah Roundtrip Terpilih Untuk Kapal LNG

Rute	Jumlah Roundtrip Terpilih Dalam Setahun				
	Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5
PWMO ke Pesanggrahan	66	0	15	10	15
PWMO ke Gilimanuk	13	0	2	32	33
PWMO ke Pamaran	14	0	0	20	15
PWMO ke Lombok	2	0	1	0	58
PWMO ke Kupang	3	0	0	37	3

Tabel 5-19 Decision Variable / Jumlah Roundtrip Terpilih Untuk Kapal CNG

Rute	Jumlah Roundtrip Terpilih Dalam Setahun				
	Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5
PWMO ke Pesanggrahan	0	3	12	2	8
PWMO ke Gilimanuk	3	5	5	7	6
PWMO ke Pamaran	35	1	0	0	5
PWMO ke Lombok	0	0	0	0	20
PWMO ke Kupang	21	69	92	0	0

Dalam tabel diatas dinyatakan bahwa jumlah roundtrip dalam setahun yang terpilih akan digunakan untuk menentukan jumlah armada kapal yang akan digunakan.

Tabel 5-20 Kebutuhan Kapal LNG per Tahun

Total Kebutuhan Kapal Per Tahun				
Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5
2	0	1	2	2

Tabel 5-21 Kebutuhan Kapal CNG per Tahun

Total Kebutuhan Kapal Per Tahun				
Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5
2	3	4	1	2

Dengan adanya moda terpilih dari *decision variable* diatas dan jumlah moda yang beroperasi maka selanjutnya didapatkan muatan yang diangkut yang telah optimum untuk beroperasi dalam satu tahun.

Tabel 5-22 Cargo yang diangkut Kapal LNG

Rute	Cargo yang Diangkut Kapal (m3)				
	Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5
PWMO ke Pesanggrahan	334.752	-	38.085	50.720	76.140
PWMO ke Gilimanuk	65.936	-	5.078	162.304	167.508
PWMO ke Pamaran	71.008	-	-	101.440	76.140
PWMO ke Lombok	10.144	-	2.539	-	294.408
PWMO ke Kupang	15.216	-	-	187.664	15.228

Tabel 5-23 Cargo yang diangkut Kapal CNG

Rute	Cargo yang Diangkut Kapal (m3)				
	Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5
PWMO ke Pesanggrahan	-	25.200.000	196.800.000	19.800.000	240.000.000
PWMO ke Gilimanuk	10.800.000	42.000.000	82.000.000	69.300.000	180.000.000
PWMO ke Pamaran	126.000.000	8.400.000	-	-	150.000.000
PWMO ke Lombok	-	-	-	-	600.000.000
PWMO ke Kupang	75.600.000	579.600.000	1.508.800.000	-	-

Dengan adanya data – data diatas maka akan didapat biaya dari proses distribusi tersebut. Biaya – biaya tersebut adalah biaya operasi dari proses solver yang telah dilakukan sehingga mendapatkan pilihan yang optimum. Biaya yang dihasilkan setelah proses solver dilakukan adalah

- **Total pengiriman dengan menggunakan LNG adalah Rp. 865.705.084.264**
- **Total pengiriman dengan menggunakan CNG adalah Rp. 10.901.930.242.15**

5.8 Perbandingan Biaya Pengiriman LNG dan CNG

Pembiayaan operasi kapal dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Biaya tersebut merupakan total cost yang dikeluarkan untuk distribusi pada masing – masing kapal. Hal ini dipakai untuk perhitungan investasi.

Tabel 5-24 Biaya Pengiriman Dengan LNG

Jenis Kapal	Voyage Cost & Cargo Handling Cost per Tahun (Rp)	TCH & Operational Cost per Tahun (Rp)	Total Cost per Tahun (Rp)
Kapal 1	85.558.092.044	169.291.855.616	865.705.084.264
Kapal 2	-	-	
Kapal 3	7.098.269.787	84.649.486.792	
Kapal 4	91.374.387.960	169.291.855.616	
Kapal 5	89.144.535.521	169.296.600.928	

Tabel 5-25 Biaya Pengiriman Dengan CNG

Jenis Kapal	Voyage Cost & Cargo Handling Cost per Tahun (Rp)	TCH & Operational Cost per Tahun (Rp)	Total Cost per Tahun (Rp)
Kapal 1	59.578.887.329	176.800.000.000	10.901.930.242.150
Kapal 2	472.929.841.475	397.800.000.000	
Kapal 3	306.012.675.039	707.200.000.000	
Kapal 4	69.581.319.658	309.400.000.000	
Kapal 5	446.627.518.649	7.956.000.000.000	

Pengiriman dengan menggunakan CNG lebih besar daripada menggunakan kapal LNG. Hal ini dikarenakan untuk dalam proses pengiriman dengan menggunakan CNG membutuhkan kapal yang lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan LNG. Selain itu biaya sewa kapak CNG lebih mahal dari LNG.

Tabel 5-26 Perbandingan biaya antara LNG dan CNG

	LNG	CNG	Satuan
Demand (m3)	1.667.246	1.599.716.786	m3
Jarak (nm)	3.191	3.191	nm
Total Shipping Cost	865.705.084.264	10.901.930.242.150	Rp.
Total Liquefaction Cost	705.915.074	0	Rp.
Total Regastification Cost	1.359.836.404	0	Rp.
Total Compression cost	0	3.070.020.403.644	Rp.
Total Cost	867.770.835.742	13.971.950.645.794	Rp.
Unit Cost	271.977.320	4.379.098.178	Rp/nm

Dari tabel perbandingan diatas dapat disimpulkan bahwa pengiriman gas alam dengan menggunakan LNG lebih efektif dibandingkann dengan menggunakan CNG. Total cost pengiriman dengan menggunakan LNG lebih murah dibanding dengan CNG. Harga sewa dari kapal CNG serta penggunaan kapal CNG yang lebih banyak, menyebabkan biaya pengiriman dengan menggunakan CNG menjadi lebih mahal dibandingkan dengan menggunakan LNG.selain itu ketersediaan kapal CNG juga belum banyak dibandingkan dengan kapal LNG.

5.9 Sensitivitas Terhadap Permintaan Gas

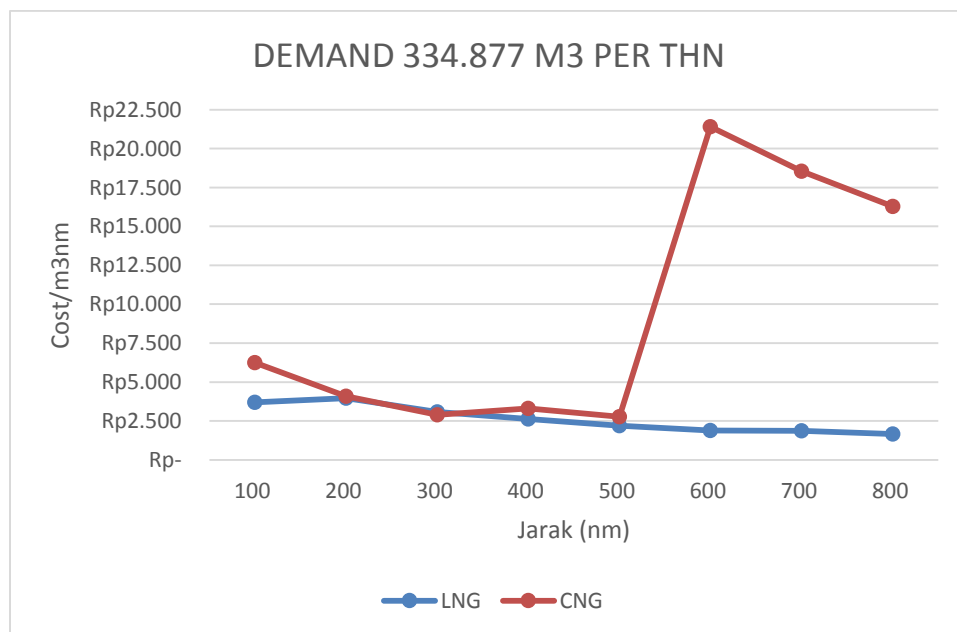
Untuk mengetahui tentang sensitivas terhadap permintaan gas, diperlukan total biaya biaya pengiriman dari masing – masing jarak yang ditempuh dengan jumlah muatan. Pengiriman dengan LNG dan CNG akan berpotongan pada jarak tertentu. Dengan melakukan perhitungan terhadap biaya – biaya dalam proses pengiriman LNG dan CNG akan didapatkan

Tabel 5-27 Biaya pengiriman dengan LNG

Jarak(nm)	Demand per Tahun (m3)	Total Cost per Tahun (Rp)	Unit Cost (Rp/m3)	Unit Cost (Rp/m3nm)
100	334.877	123.774.230.689	369.611	3.696
200	334.877	264.918.116.144	791.091	3.955
300	334.877	308.987.705.395	922.691	3.076
400	334.877	350.459.345.521	1.046.532	2.616
500	334.877	366.365.800.241	1.094.031	2.188
600	334.877	380.304.743.568	1.135.656	1.893
700	334.877	437.085.557.892	1.305.213	1.865
800	334.877	446.135.089.100	1.332.236	1.665

Tabel 5-28 Biaya pengiriman dengan CNG

Jarak(nm)	Demand per Tahun (m3)	Total Cost per Tahun (Rp)	Unit Cost (Rp/m3)	Unit Cost (Rp/m3nm)
100	334.877	208.923.190.692	623.881	6.239
200	334.877	273.475.305.110	816.644	4.083
300	334.877	291.517.606.742	870.522	2.902
400	334.877	442.706.864.139	1.321.999	3.305
500	334.877	464.068.329.964	1.385.788	2.772
600	334.877	4.300.101.883.768	12.840.846	21.401
700	334.877	4.348.775.713.647	12.986.194	18.552
800	334.877	4.360.877.644.461	13.022.333	16.278



Gambar 5-6 Grafik pengiriman LNG dan CNG

Dari hasil perhitungan, dengan muatan sebesar 334.877 m³ per tahun, pengiriman dengan menggunakan LNG dan CNG berpotongan pada jarak 350 nm. Dengan demikian angkutan CNG efektif digunakan pada jarak kurang dari 350 nm. Sedangkan pengiriman dengan menggunakan LNG efektif digunakan pada jarak diatas 350 nm. Pada grafik, pengiriman dengan menggunakan CNG untuk jarak diatas 500 nm, biaya pengiriman menjadi sangat mahal. Hal ini dikarenakan, untuk pengiriman dengan jarak lebih besar menggunakan kapal CNG dengan kapasitas besar. Akibat dari penggunaan kapal CNG tersebut, maka biaya sewa dari kapal menjadi lebih besar.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

LAMPIRAN

- Konsumsi gas di Bali
- Konsumsi gas di NTB
- Konsumsi gas di NTT
- Data kapal LNG
- Data kapal CNG
- Biaya sewa kapal LNG
- Biaya sewa kapal CNG
- Biaya liquefaction dan regastification
- Biaya pengiriman dengan LNG
- Optimasi kapal LNG
- Biaya pengiriman kapal LNG
- Biaya pengiriman dengan CNG
- Optimasi kapal CNG
- Biaya pengiriman kapal CNG
- Total biaya pengiriman
- Sensivitas permintaan LNG dan CNG

KONSUMSI GAS DI BALI

massa jenis LNG	0,461 ton/m3	massa jenis CNG	0,0007 ton/m3
1 MMBTU $\approx 27.096\text{ m}^3$	27,096		
1 MMSCFD $\approx 28.317\text{ m}^3$	28,317		
1 MMSCFD $\approx 19,39\text{ ton LNG}$	19,39		
1 MMSCFD $\approx 28,25\text{ ton CNG}$	28,25		

Kebutuhan Gas PLTG di Bali sumber : bali global energy

Nama PLTG	Kapasitas (Mw)	Konsumsi Gas per Hari (MMSCFD)	Konsumsi Gas per Hari (m3)	Konsumsi Gas per Tahun (m3)	Konsumsi Gas per Hari Dalam LNG (ton)	Konsumsi Gas per Hari Dalam LNG (m3)	Konsumsi Gas per Tahun Dalam LNG(m3)	Konsumsi Gas per Hari Dalam CNG (ton)	Konsumsi Gas per Hari Dalam CNG (m3)	Konsumsi Gas per Tahun Dalam CNG(m3)
PLTG Gilimanuk	130	26	736	268.728	504	1.093,58	399.156	735	1.049.286	382.989.286
PLTG Pamaran	80	16	453	165.371	310	672,97	245.635	452	645.714	235.685.714
PLTG Pesanggaran	162	32,4	917	334.877	628	1.362,77	497.410	915	1.307.571	477.263.571
Total	372	-	2.107	768.976		3.129	1.142.201		3.002.571	1.095.938.571

KONSUMSI GAS DI NTB

1 MMBTU $\approx 27.096 \text{ m}^3$	27,096		
1 MMSCFD $\approx 28.317 \text{ m}^3$	28,317	massa jenis LNG	0,461 ton/m ³
1 MMSCFD $\approx 19,39 \text{ ton LNG}$	19,39		
1 MMSCFD $\approx 28,25 \text{ ton CNG}$	28,25	massa jenis CNG	0,0007 ton/m ³

Nama PLTG	Kapasitas (Mw)	Konsumsi Gas per Hari (MMSCFD)	Konsumsi Gas per Hari (m3)	Konsumsi Gas per Tahun (m3)	Konsumsi Gas per Hari Dalam LNG (ton)	Konsumsi Gas per Hari Dalam LNG (m3)	Konsumsi Gas per Tahun Dalam LNG(m3)	Konsumsi Gas per Hari Dalam CNG (ton)	Konsumsi Gas per Hari Dalam CNG (m3)	Konsumsi Gas per Tahun Dalam CNG(m3)
PLTU Jeranjang	50	10	283	103.357	194	420,61	153.522	283	403.571	147.303.571
PLTU Loan	50	10	283	103.357	194	420,61	153.522	283	403.571	147.303.571
Total	100	20	566	206.714	388	841,21	307.043	565	807.143	294.607.143
		-	566	206.714		841	307.043		807.143	294.607.143

KONSUMSI GAS DI NTT

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Bolok di Kabupaten Kupang dengan kapasitas 2x16,5 megawatt (MW), PLTU Ropa 2x7 MW di Kabupaten Ende, PLTU Atambua 4x6 MW di Kabupaten Belu, dan Pembangkit Listrik Panas Bumi (PLPB) Ulumbu 2x2,5 di Kabupaten Manggarai.

1 MMBTU $\approx 27.096 \text{ m}^3$	27,096		
1 MMSCFD $\approx 28.317 \text{ m}^3$	28,317	massa jenis LNG	0,461 ton/m3
1 MMSCFD $\approx 19,39 \text{ ton LNG}$	19,39		
1 MMSCFD $\approx 28,25 \text{ ton CNG}$	28,25	massa jenis CNG	0,0007 ton/m3

Nama PLTG	Kapasitas (Mw)	Konsumsi Gas per Hari (MMSCFD)	Konsumsi Gas per Hari (m3)	Konsumsi Gas per Tahun (m3)	Konsumsi Gas per Hari Dalam LNG (ton)	Konsumsi Gas per Hari Dalam LNG (m3)	Konsumsi Gas per Tahun Dalam LNG(m3)	Konsumsi Gas per Hari Dalam CNG (ton)	Konsumsi Gas per Hari Dalam CNG (m3)	Konsumsi Gas per Tahun Dalam CNG(m3)
PLTU Bolok	33	6,6	187	68.216	128	277,60	101.324	186	266.357	97.220.357
PLTU Ropa	14	2,8	79	28.940	54	117,77	42.986	79	113.000	41.245.000
PLTU Atambua	24	4,8	136	49.611	93	201,89	73.690	136	193.714	70.705.714
Total	71	-	402	146.767		597	218.001		573.071	209.171.071

DATA KAPAL LNG

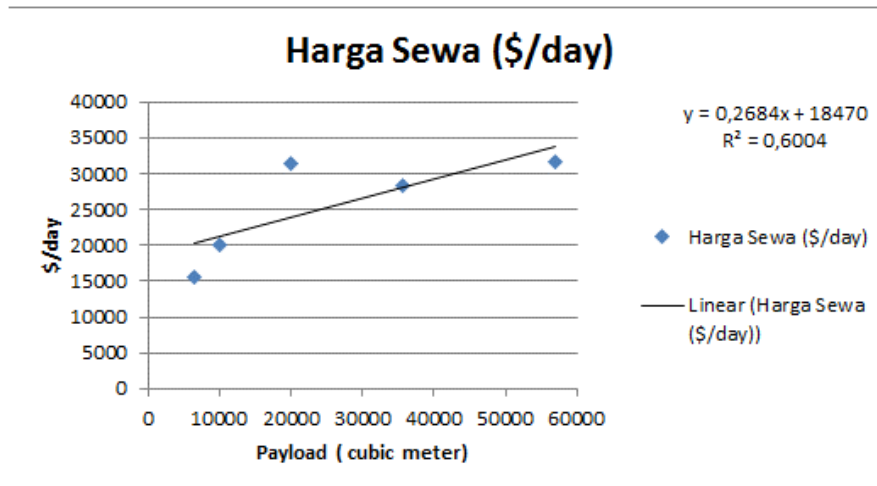
NO.	NAMA KAPAL	Payload Kapal (m3)	GT	Overall Length (m)	Moulded LxBxD (m)	Registered LxBxD (m)	Power (kW)	SFC (g/kwh)	Speed (knot)	TCH & Oerational per Tahun
1	KAKUREI MARU	2536	2952	86.290	80.300 x 15.100 x 7.000	81.160 x 15.100 x 7.000	2590	180	14,5	Rp 84.645.927.808
2	AKEBONO MARU	3587	4505	99.370	93.000 x 17.200 x 7.800	93.930 x 17.200 x 7.800	2942	183	11,5	Rp 85.892.758.536
3	KAKUYU MARU	2539	3031	88.800	82.560 x 15.300 x 7.200	83.540 x 15.300 x 7.200	2059	185	14	Rp 84.649.486.792
4	SHINJU MARU NO.2	2536	2930	86.290	80.300 x 15.100 x 7.000	81.160 x 15.100 x 7.000	1912	186	13	Rp 84.645.927.808
5	SHINJUMARU NO.1	2538	2936	86.250	80.300 x 15.100 x 7.000	81.160 x 15.100 x 7.000	1912	186	12	Rp 84.648.300.464
6	EVERRICH 6	8237	7095	126.200	122.020 x 17.800 x 11.900	126.200 x 17.800 x 11.900	5400	170	11	Rp 91.409.183.736
7	ADAM LNG	127000	105975	289.000	276.450 x 45.600 x 20.120	276.450 x 45.600 x 20.120	25520	163	13,5	Rp 232.301.056.000
8	BROOG	137529	111123	297.500	283.000 x 45.750 x 25.500	288.440 x 45.750 x 21.750	26800	160,7	19,5	Rp 244.791.903.512
9	DWIPUTRA	127386	104968	272.000	259.000 x 47.200 x 26.500	262.430 x 47.200 x 22.850	23535	162	11	Rp 232.758.978.608
10	FUJI LNG	149172	118219	289.500	277.000 x 49.000 x 27.000	278.360 x 49.000 x 23.250	26900	161	10	Rp 258.604.320.416
11	ECHIGO MARU	126911	102390	283.000	269.000 x 44.500 x 25.000	272.070 x 44.500 x 21.350	29419	166	12	Rp 232.195.472.808
12	AL BIDDA	137339	111124	297.500	283.000 x 45.750 x 25.500	288.440 x 45.750 x 21.750	26800	160,7	15	Rp 244.566.501.192
13	AMAN BINTULU	18927	16399	130.000	124.000 x 25.700 x 16.600	125.000 x 25.700 x 13.100	5516	179	13	Rp 104.091.030.056
14	GRACE DAHLIA	177427	141671	299.980	286.500 x 52.000 x 28.000	290.870 x 52.000 x 24.250	29890	166	15	Rp 292.124.018.056

DATA KAPAL CNG

NO.	NAMA KAPAL	Payload Kapal (m3)	GT	Overall Length (m)	B	D	Power (kW)	SFC (g/kwh)	Speed (knot)	TCH/Tahun
1	C16	1800000	25247	137	23,5	7,3	5500	170	13	88.400.000.000
2	C20	2300000	25995	137	23,5	7,5	5500	179	13	
3	C25	2800000	32957	160	23,5	8	7500	170	15	132.600.000.000
4	C30	3400000	40034	160	28,5	7,9	7500	170	15	
5	C36	4100000	47315	180	28,5	8,2	10000	165	16	176.800.000.000
6	C42	4800000	56027	201	29,5	8,3	20000	160	17	
7	C49	5800000	62938	201	31	8,8	20000	160	17	
8	C84	9900000	111842	234	46	8,7	23500	162	18	309.400.000.000
9	C112	13200000	151288	257	46	10,5	25000	165	18	
10	C128	15000000	172239	278	48	10,5	26500	162	18	3.978.000.000.000

BIAYA SEWA KAPAL LNG

Kapasitas (cubic meter)	Harga Sewa (\$/month)	Harga Sewa (\$/day)
57000	950000	31667
35600	850000	28333
20000	940000	31333
10000	600000	20000
6500	470000	15667

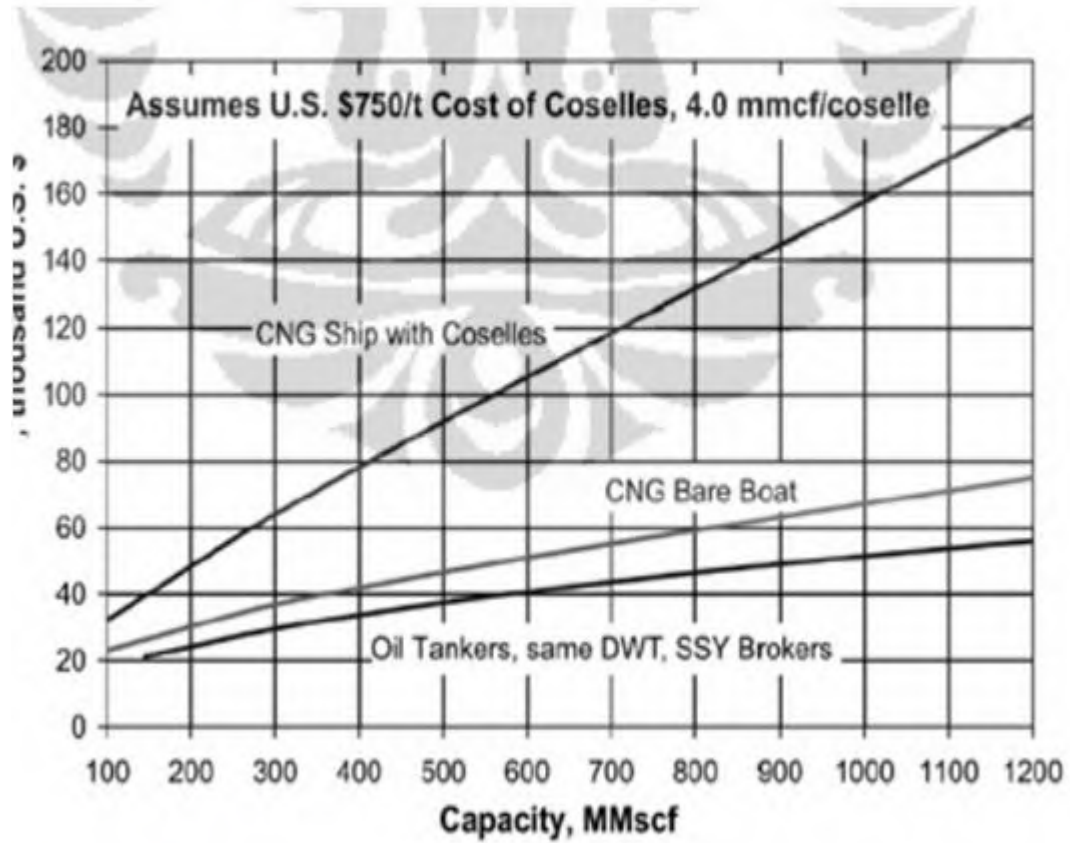


sumber : <http://www.fearnleys.com/index.gan?id=190&subid=0&weeklysection=3&weekly=1&action=&sendto=>

BIAYA SEWA KAPAL CNG

1 MMBTU $\approx 27.096 \text{ m}^3$

Compress 2 \$/Mmbtu
960 Rp/m³



1 m³/d = 0.000035 MMSCFD

BIAYA LIQUEFACTION DAN REGASTIFICATION

Liquefaction cost

Kilang	Kapasitas (MMTPA)	Harga (\$/MMBTu)
Donggi	2	1,03
Tangguh	7,6	0,86
Arun	12,85	0,83
Bontang	21,4	0,81
Rata-rata		0,88
		423,40

Rp/m3

$$1 \text{ MMBTU} \approx 27.096 \text{ m}^3$$

Regastification cost

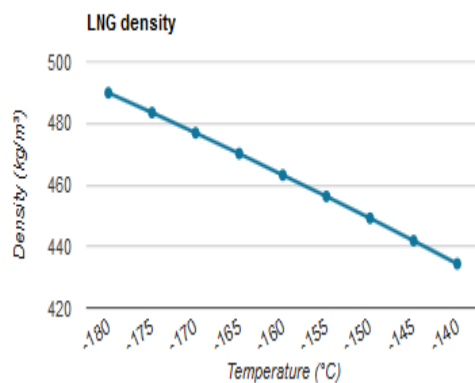
Sumber	Kapasitas (MMTPA)	Harga (\$/MMBTu)
Arun	3	1,4
Lampung LNG	1,8	2
Rata-rata		1,70

(kisaran (1,2 - 1,6))

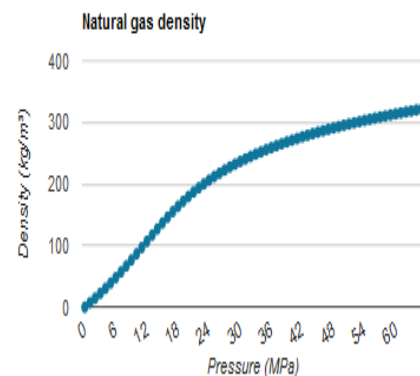
815,62

Rp/m3

Graph



Graph



BIAYA PENGIRIMAN DENGAN LNG

PWMO	ke	Pesanggrahan	645 nm	CHC	Rp	40.597 per ton	sumber : B/ITI	0,25 US\$/Mmbtu	7 US\$/m3	88.062 Rp/m3	CHC		
Payload		2.536 m3					Payload	3.587 m3			Payload	2.539 m3	
GT		2952					GT	4505			GT	4505	
Power		2.590 kW					Power	2.942 kW			Power	2.059 kW	
SFC		180 g/kWh					SFC	183 g/kWh			SFC	185 g/kWh	
Kebutuhan FO		11 ton/hari					Kebutuhan FO	13 ton/hari			Kebutuhan FO	9 ton/hari	
Kebutuhan LO		1 ton/hari					Kebutuhan LO	1 ton/hari			Kebutuhan LO	1 ton/hari	
Kec. Kapal		15 knot					Kec. Kapal	15 knot			Kec. Kapal	15 knot	
Harga MFO		574 \$/ton	http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO				Harga MFO	574 \$/ton	http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO		Harga MFO	574 \$/ton	http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO
		7.468.110 Rp/ton						7.468.110 Rp/ton				7.468.110 Rp/ton	
Harga LO		730 \$/ton					Harga LO	730 \$/ton			Harga LO	730 \$/ton	
		9.490.000 Rp/ton						9.490.000 Rp/ton				9.490.000 Rp/ton	

Jarak	645	nm
Kec. Kapal	14,5	knot
Sea Time	44,48	jam
	1,85	hari
Port Time	0,85	jam
	0,04	hari
Time per Trip	45,33	jam
	1,89	hari
Konsumsi FO	21,13	ton
Konsumsi LO	2,11	ton
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan

Jarak	645	nm
Kec. Kapal	11,5	knot
Sea Time	56,09	jam
	2,34	hari
Port Time	1,20	jam
	0,05	hari
Time per Trip	57,28	jam
	2,39	hari
Konsumsi FO	30,84	ton
Konsumsi LO	3,08	ton
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan

Carga Handling Cost		
Total per Trip	Rp	67.130.792
	Rp	67.130.792
Voyage Cost		
Biaya FO	Rp	230.317.725
Biaya LO	Rp	29.267.314
Total per trip	Rp	259.585.039
Port Cost		
Biaya Tunda	Rp	3.600.000 lama tunda 4 jam
Biaya Labuh	Rp	427.975
Biaya Tambat	Rp	427.975
Biaya Pandu	Rp	1.500.000 jumlah gerakan 10
Total per Trip	Rp	5.955.950
Total Cost per Trip	Rp	332.671.781
Total Cost per RoundTrip	Rp	665.343.562

Jarak	645	nm
Kec. Kapal	14	knot
Sea Time	46,07	jam
	1,92	hari
Port Time	0,85	jam
	0,04	hari
Time per Trip	46,92	jam
	1,95	hari
Konsumsi FO	17,87	ton
Konsumsi LO	1,79	ton
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan

Carga Handling Cost		
Total per Trip	Rp 47.517.447	
	Rp 47.517.447	
Voyage Cost		
Biaya FO	Rp 133.467.667	
Biaya LO	Rp 16.960.224	
Total per trip	Rp 150.427.890	
Port Cost		
Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Biaya Labuh	Rp 427.975	
Biaya Tambat	Rp 427.975	
Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
Total per Trip	Rp 5.955.950	
Total Cost per Trip		
Total Cost per RoundTrip	Rp 407.802.574	

Payload 2.536 m3
 GT 2930
 Power 1.912 kW
 SFC 186 g/kWh
 Kebutuhan FO 9 ton/hari
 Kebutuhan LO 1 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore#_MDO
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	645 nm	Carga Handling Cost		
Kec. Kapal	13 knot	Total per Trip	Rp 47.461.302	
Sea Time	49,62 jam		Rp 47.461.302	
	2,07 hari			
Port Time	0,85 jam	Voyage Cost		
	0,04 hari	Biaya FO	Rp 134.018.565	
Time per Trip	50,46 jam	Biaya LO	Rp 17.030.228	
	2,10 hari	Total per trip	Rp 151.048.793	
Konsumsi FO	17,95 ton			
Konsumsi LO	1,79 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 278.350	
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 278.350	
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 5.656.700	
		Total Cost per Trip	Rp 204.166.795	
		Total Cost per RoundTrip	Rp 408.333.590	

Payload 2.538 m3
 GT 2936
 Power 1.912 kW
 SFC 186 g/kWh
 Kebutuhan FO 9 ton/hari
 Kebutuhan LO 1 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore#_MDO
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	645 nm	Carga Handling Cost		
Kec. Kapal	12 knot	Total per Trip	Rp 47.498.732	
Sea Time	53,75 jam		Rp 47.498.732	
	2,24 hari			
Port Time	0,85 jam	Voyage Cost		
	0,04 hari	Biaya FO	Rp 145.001.456	
Time per Trip	54,60 jam	Biaya LO	Rp 18.425.864	
	2,27 hari	Total per trip	Rp 163.427.320	
Konsumsi FO	19,42 ton			
Konsumsi LO	1,94 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 278.920	
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 278.920	
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 5.657.840	
		Total Cost per Trip	Rp 216.583.892	
		Total Cost per RoundTrip	Rp 433.167.784	

Payload 2.536 m3
 GT 2930
 Power 1.912 kW
 SFC 186 g/kWh
 Kebutuhan FO 9 ton/hari
 Kebutuhan LO 1 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton <http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	466 nm		
Kec. Kapal	13 knot		
Sea Time	35,85 jam		
	1,49 hari		
Port Time	1,01 jam		
	0,04 hari		
Time per Trip	36,86 jam		
	1,54 hari		
Konsumsi FO	13,11 ton		
Konsumsi LO	1,31 ton		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam		
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan		
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal		
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan		
		Carga Handling Cost	
Total per Trip		Rp 47.461.302	
		Rp 47.461.302	
		Voyage Cost	
Biaya FO		Rp 97.897.904	
Biaya LO		Rp 12.440.244	
Total per trip		Rp 110.338.148	
		Port Cost	
Biaya Tunda		Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Biaya Labuh		Rp 278.350	
Biaya Tambat		Rp 278.350	
Biaya Pandu		Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
Total per Trip		Rp 5.656.700	
Total Cost per Trip		Rp 163.456.150	
Total Cost per RoundTrip		Rp 326.912.300	

Payload 2.538 m3
 GT 2936
 Power 1.912 kW
 SFC 186 g/kWh
 Kebutuhan FO 9 ton/hari
 Kebutuhan LO 1 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton <http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	466 nm		
Kec. Kapal	12 knot		
Sea Time	38,83 jam		
	1,62 hari		
Port Time	1,02 jam		
	0,04 hari		
Time per Trip	39,85 jam		
	1,66 hari		
Konsumsi FO	14,17 ton		
Konsumsi LO	1,42 ton		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam		
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan		
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal		
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan		
		Carga Handling Cost	
Total per Trip		Rp 47.498.732	
		Rp 47.498.732	
		Voyage Cost	
Biaya FO		Rp 105.833.676	
Biaya LO		Rp 13.448.672	
Total per trip		Rp 119.282.347	
		Port Cost	
Biaya Tunda		Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Biaya Labuh		Rp 278.920	
Biaya Tambat		Rp 278.920	
Biaya Pandu		Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
Total per Trip		Rp 5.657.840	
Total Cost per Trip		Rp 172.438.919	
Total Cost per RoundTrip		Rp 344.877.838	

PWMO ke Pamaron 368 nm

Payload	2.536 m3	
GT	2952	
Power	2.590 kW	
SFC	180 g/kWh	
Kebutuhan FO	11 ton/hari	
Kebutuhan LO	1 ton/hari	
Kec. Kapal	15 knot	
Harga MFO	574 \$/ton	http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO
	7.468.110 Rp/ton	
Harga LO	730 \$/ton	
	9.490.000 Rp/ton	

Jarak	368 nm	Carga Handling Cost		
Kec. Kapal	14,5 knot	Total per Trip	Rp 47.461.302	
Sea Time	25,38 jam		Rp 47.461.302	
	1,06 hari			
Port Time	1,27 jam	Voyage Cost		
	0,05 hari	Biaya FO	Rp 92.776.152	
Time per Trip	26,65 jam	Biaya LO	Rp 11.789.404	
	1,11 hari	Total per trip	Rp 104.565.556	
Konsumsi FO	12,42 ton			
Konsumsi LO	1,24 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 280.440	
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 280.440	
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 5.660.880	
		Total Cost per Trip	Rp 157.687.738	
		Total Cost per RoundTrip	Rp 315.375.476	

Payload	3.587 m3	
GT	4505	
Power	2.942 kW	
SFC	183 g/kWh	
Kebutuhan FO	13 ton/hari	
Kebutuhan LO	1 ton/hari	
Kec. Kapal	15 knot	
Harga MFO	574 \$/ton	http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO
	7.468.110 Rp/ton	
Harga LO	730 \$/ton	
	9.490.000 Rp/ton	

Jarak	368 nm	Carga Handling Cost		
Kec. Kapal	11,5 knot	Total per Trip	Rp 67.130.792	
Sea Time	32,00 jam		Rp 67.130.792	
	1,33 hari			
Port Time	1,79 jam	Voyage Cost		
	0,07 hari	Biaya FO	Rp 135.874.400	
Time per Trip	33,79 jam	Biaya LO	Rp 17.266.056	
	1,41 hari	Total per trip	Rp 153.140.456	
Konsumsi FO	18,19 ton			
Konsumsi LO	1,82 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 427.975	
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 427.975	
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 5.955.950	
		Total Cost per Trip	Rp 226.227.198	
		Total Cost per RoundTrip	Rp 452.454.396	

Payload	2.539 m3	
GT	4505	
Power	2.059 kW	
SFC	185 g/kWh	
Kebutuhan FO	9 ton/hari	
Kebutuhan LO	1 ton/hari	
Kec. Kapal	15 knot	
Harga MFO	574 \$/ton	http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO
	7.468.110 Rp/ton	
Harga LO	730 \$/ton	
	9.490.000 Rp/ton	

Jarak	368 nm	Carga Handling Cost		
Kec. Kapal	14 knot	Total per Trip	Rp 47.517.447	
Sea Time	26,29 jam		Rp 47.517.447	
	1,10 hari			
Port Time	1,27 jam	Voyage Cost		
	0,05 hari	Biaya FO	Rp 78.386.735	
Time per Trip	27,56 jam	Biaya LO	Rp 9.960.889	
	1,15 hari	Total per trip	Rp 88.347.623	
Konsumsi FO	10,50 ton			
Konsumsi LO	1,05 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 427.975	
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 427.975	
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 5.955.950	
		Total Cost per Trip	Rp 141.821.020	
		Total Cost per RoundTrip	Rp 283.642.040	

Payload 2.536 m3
 GT 2930
 Power 1.912 kW
 SFC 186 g/kWh
 Kebutuhan FO 9 ton/hari
 Kebutuhan LO 1 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore#_MDO
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	368 nm	Carga Handling Cost		
Kec. Kapal	13 knot	Total per Trip	Rp 47.461.302	
Sea Time	28,31 jam		Rp 47.461.302	
	1,18 hari			
Port Time	1,27 jam	Voyage Cost		
	0,05 hari	Biaya FO	Rp 78.550.049	
Time per Trip	29,58 jam	Biaya LO	Rp 9.981.641	
	1,23 hari	Total per trip	Rp 88.531.690	
Konsumsi FO	10,52 ton			
Konsumsi LO	1,05 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 278.350	
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 278.350	
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 5.656.700	
		Total Cost per Trip	Rp 141.649.692	
		Total Cost per RoundTrip	Rp 283.299.383	

Payload 2.538 m3
 GT 2936
 Power 1.912 kW
 SFC 186 g/kWh
 Kebutuhan FO 9 ton/hari
 Kebutuhan LO 1 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore#_MDO
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	368 nm	Carga Handling Cost		
Kec. Kapal	12 knot	Total per Trip	Rp 47.498.732	
Sea Time	30,67 jam		Rp 47.498.732	
	1,28 hari			
Port Time	1,27 jam	Voyage Cost		
	0,05 hari	Biaya FO	Rp 84.817.902	
Time per Trip	31,94 jam	Biaya LO	Rp 10.778.120	
	1,33 hari	Total per trip	Rp 95.596.022	
Konsumsi FO	11,36 ton			
Konsumsi LO	1,14 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 278.920	
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 278.920	
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 5.657.840	
		Total Cost per Trip	Rp 148.752.594	
		Total Cost per RoundTrip	Rp 297.505.188	

PWMO ke Lombok 463,6 nm

Payload 2.536 m3
GT 2952
Power 2.590 kW
SFC 180 g/kWh
Kebutuhan FO 11 ton/hari
Kebutuhan LO 1 ton/hari
Kec. Kapal 15 knot
Harga MFO 574 \$/ton
7.468.110 Rp/ton
Harga LO 730 \$/ton
9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	463,6	nm	Carga Handling Cost		
Kec. Kapal	14,5	knot	Total per Trip	Rp 47.461.302	
Sea Time	31,97	jam		Rp 47.461.302	
	1,33	hari			
Port Time	1,27	jam	Voyage Cost		
	0,05	hari	Biaya FO	Rp 115.730.918	
Time per Trip	33,24	jam	Biaya LO	Rp 14.706.350	
	1,39	hari	Total per trip	Rp 130.437.268	
Konsumsi FO	15,50	ton			
Konsumsi LO	1,55	ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 280.440	
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 280.440	
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
			Total per Trip	Rp 5.660.880	
			Total Cost per Trip	Rp 183.559.449	
			Total Cost per RoundTrip	Rp 367.118.899	

Payload 3.587 m3
GT 4505
Power 2.942 kW
SFC 183 g/kWh
Kebutuhan FO 13 ton/hari
Kebutuhan LO 1 ton/hari
Kec. Kapal 15 knot
Harga MFO 574 \$/ton
7.468.110 Rp/ton
Harga LO 730 \$/ton
9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	463,6	nm	Carga Handling Cost		
Kec. Kapal	11,5	knot	Total per Trip	Rp 67.130.792	
Sea Time	40,31	jam		Rp 67.130.792	
	1,68	hari			
Port Time	1,79	jam	Voyage Cost		
	0,07	hari	Biaya FO	Rp 169.298.869	
Time per Trip	42,11	jam	Biaya LO	Rp 21.513.425	
	1,75	hari	Total per trip	Rp 190.812.294	
Konsumsi FO	22,67	ton			
Konsumsi LO	2,27	ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 427.975	
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 427.975	
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
			Total per Trip	Rp 5.955.950	
			Total Cost per Trip	Rp 263.899.036	
			Total Cost per RoundTrip	Rp 527.798.072	

Payload 2.539 m3
GT 4505
Power 2.059 kW
SFC 185 g/kWh
Kebutuhan FO 9 ton/hari
Kebutuhan LO 1 ton/hari
Kec. Kapal 15 knot
Harga MFO 574 \$/ton
7.468.110 Rp/ton
Harga LO 730 \$/ton
9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	463,6	nm	Carga Handling Cost		
Kec. Kapal	14	knot	Total per Trip	Rp 47.517.447	
Sea Time	33,11	jam		Rp 47.517.447	
	1,38	hari			
Port Time	1,27	jam	Voyage Cost		
	0,05	hari	Biaya FO	Rp 97.812.075	
Time per Trip	34,38	jam	Biaya LO	Rp 12.429.337	
	1,43	hari	Total per trip	Rp 110.241.413	
Konsumsi FO	13,10	ton			
Konsumsi LO	1,31	ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 427.975	
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 427.975	
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
			Total per Trip	Rp 5.955.950	
			Total Cost per Trip	Rp 163.714.809	
			Total Cost per RoundTrip	Rp 327.429.619	

Payload 2.536 m3
 GT 2930
 Power 1.912 kW
 SFC 186 g/kWh
 Kebutuhan FO 9 ton/hari
 Kebutuhan LO 1 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton <http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	463,6	nm
Kec. Kapal	13	knot
Sea Time	35,66	jam
	1,49	hari
Port Time	1,27	jam
	0,05	hari
Time per Trip	36,93	jam
	1,54	hari
Konsumsi FO	13,13	ton
Konsumsi LO	1,31	ton
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan

Carga Handling Cost		
Total per Trip	Rp 47.461.302	
	Rp 47.461.302	
Voyage Cost		
Biaya FO	Rp 98.081.120	
Biaya LO	Rp 12.463.526	
Total per trip	Rp 110.544.646	
Port Cost		
Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Biaya Labuh	Rp 278.350	
Biaya Tambat	Rp 278.350	
Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
Total per Trip	Rp 5.656.700	
Total Cost per Trip	Rp 163.662.648	
Total Cost per RoundTrip	Rp 327.325.296	

Payload 2.538 m3
 GT 2936
 Power 1.912 kW
 SFC 186 g/kWh
 Kebutuhan FO 9 ton/hari
 Kebutuhan LO 1 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton <http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	463,6	nm
Kec. Kapal	12	knot
Sea Time	38,63	jam
	1,61	hari
Port Time	1,27	jam
	0,05	hari
Time per Trip	39,90	jam
	1,66	hari
Konsumsi FO	14,19	ton
Konsumsi LO	1,42	ton
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan

Carga Handling Cost		
Total per Trip	Rp 47.498.732	
	Rp 47.498.732	
Voyage Cost		
Biaya FO	Rp 105.976.563	
Biaya LO	Rp 13.466.829	
Total per trip	Rp 119.443.392	
Port Cost		
Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Biaya Labuh	Rp 278.920	
Biaya Tambat	Rp 278.920	
Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
Total per Trip	Rp 5.657.840	
Total Cost per Trip	Rp 172.599.963	
Total Cost per RoundTrip	Rp 345.199.927	

Payload 2.536 m3
 GT 2930
 Power 1.912 kW
 SFC 186 g/kWh
 Kebutuhan FO 9 ton/hari
 Kebutuhan LO 1 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton <http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	1248	nm			
Kec. Kapal	13	knot			
Sea Time	96,00	jam			
	4,00	hari			
Port Time	1,27	jam			
	0,05	hari			
Time per Trip	97,27	jam			
	4,05	hari			
Konsumsi FO	34,59	ton			
Konsumsi LO	3,46	ton			
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam			
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan			
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal			
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan			
			Carga Handling Cost		
Total per Trip			Rp	47.461.302	
			Rp	47.461.302	
			Voyage Cost		
Biaya FO			Rp	258.333.974	
Biaya LO			Rp	32.827.441	
Total per trip			Rp	291.161.415	
			Port Cost		
Biaya Tunda			Rp	3.600.000	lama tunda 4 jam
Biaya Labuh			Rp	278.350	
Biaya Tambat			Rp	278.350	
Biaya Pandu			Rp	1.500.000	jumlah gerakan 10
Total per Trip			Rp	5.656.700	
			Total Cost per Trip	Rp	344.279.416
			Total Cost per RoundTrip	Rp	688.558.833

Payload 2.538 m3
 GT 2936
 Power 1.912 kW
 SFC 186 g/kWh
 Kebutuhan FO 9 ton/hari
 Kebutuhan LO 1 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton <http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	1248	nm			
Kec. Kapal	12	knot			
Sea Time	104,00	jam			
	4,33	hari			
Port Time	1,27	jam			
	0,05	hari			
Time per Trip	105,27	jam			
	4,39	hari			
Konsumsi FO	37,44	ton			
Konsumsi LO	3,74	ton			
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam			
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan			
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal			
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan			
			Carga Handling Cost		
Total per Trip			Rp	47.498.732	
			Rp	47.498.732	
			Voyage Cost		
Biaya FO			Rp	279.583.821	
Biaya LO			Rp	35.527.737	
Total per trip			Rp	315.111.558	
			Port Cost		
Biaya Tunda			Rp	3.600.000	lama tunda 4 jam
Biaya Labuh			Rp	278.920	
Biaya Tambat			Rp	278.920	
Biaya Pandu			Rp	1.500.000	jumlah gerakan 10
Total per Trip			Rp	5.657.840	
			Total Cost per Trip	Rp	368.268.129
			Total Cost per RoundTrip	Rp	736.536.258

OPTIMASI KAPAL LNG

Rute	Jarak(nm)	Demand per Tahun (m3)	Payload Kapal					Total Voyage & Cargo Handling Cost per Roundtrip					Roundtrip					Total Kebutuhan Kapal Per Tahun				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
PWMO ke Pesanggrahan	645	497.410	2536	3587	2539	2536	2538	Rp 461.984.367	Rp 665.343.562	Rp 407.802.574	Rp 408.333.590	Rp 433.167.784	66	0	15	10	15	2	0	1	2	2
PWMO ke Gillimanuk	466	399.156	2536	3587	2539	2536	2538	Rp 366.427.615	Rp 526.438.537	Rp 326.900.778	Rp 326.912.300	Rp 344.877.838	13	0	2	32	33					
PWMO ke Pemaron	368	245.635	2536	3587	2539	2536	2538	Rp 315.375.476	Rp 452.454.396	Rp 283.642.040	Rp 283.299.383	Rp 297.505.188	14	0	0	20	15					
PWMO ke Lombok	463,6	307.043	2536	3587	2539	2536	2538	Rp 367.118.899	Rp 527.798.072	Rp 327.429.619	Rp 327.325.296	Rp 345.199.927	2	0	1	0	58					
PWMO ke Kupang	1248	218.001	2536	3587	2539	2536	2538	Rp 791.674.770	Rp 1.145.994.514	Rp 686.707.617	Rp 688.558.833	Rp 736.536.258	3	0	0	37	3					
3190,6		1.667.246																				

Rute	Total Hari				
	1	2	3	4	5
PWMO ke Pesanggrahan	249	0	59	42	68
PWMO ke Gilimanuk	36	0	6	98	110
PWMO ke Pamaran	31	0	0	49	40
PWMO ke Lombok	3	0	3	0	193
PWMO ke Kupang	22	0	0	300	26
Jumlah	341	0	67	490	437
Comercial Day	340	340	340	340	340

Cargo yang Diangkut Kapal					Total Cargo yang Diangkut Kapal	Voyage Cost & Cargo Handling Cost per Tahun					TCH & Operational Cost per Tahun					Total Cost per Tahun
1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
334.752	0	38.085	50.720	76.140	499.697	Rp 85.558.092.044	Rp -	Rp 7.098.269.787	Rp 91.374.387.960	Rp 89.144.535.521	Rp 169.291.855.616	Rp -	Rp 84.649.486.792	Rp 169.291.855.616	Rp 169.296.600.928	Rp 865.705.084.264
65.936	0	5.078	162.304	167.508	400.826											
71.008	0	0	101.440	76.140	248.588											
10.144	0	2.539	0	294.408	307.091											
15.216	0	0	187.664	15.228	218.108											

BIAYA PENGIRIMAN KAPAL LNG

Jarak(nm)	Demand per Tahun (m3)	Payload Kapal					Total Voyage & Cargo Handling Cost per Roundtrip					Roundtrip					Total Kebutuhan Kapal Per Tahun				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
100	497.410	2.536	3.587	2.539	2.536	2.538	Rp 217.419.118	Rp 296.945.683	Rp 199.299.432	Rp 196.125.830	Rp 199.622.093	0	0	0	0	196	0	0	0	0	1
200	497.410	2.536	3.587	2.539	2.536	2.538	Rp 265.492.494	Rp 366.944.184	Rp 239.980.091	Rp 237.027.686	Rp 243.932.437	0	0	0	0	196	0	0	0	0	2
300	497.410	2.536	3.587	2.539	2.536	2.538	Rp 313.565.869	Rp 436.942.685	Rp 280.660.750	Rp 277.929.542	Rp 288.242.781	0	0	54	129	14	0	0	1	1	1
400	497.410	2.536	3.587	2.539	2.536	2.538	Rp 361.639.245	Rp 506.941.186	Rp 321.341.408	Rp 318.831.398	Rp 332.553.124	0	0	92	105	0	0	0	1	2	0
500	497.410	2.536	3.587	2.539	2.536	2.538	Rp 409.712.621	Rp 576.939.687	Rp 362.022.067	Rp 359.733.254	Rp 376.863.468	0	0	82	115	0	0	0	1	2	0
600	497.410	2.536	3.587	2.539	2.536	2.538	Rp 457.785.997	Rp 646.938.188	Rp 402.702.726	Rp 400.635.109	Rp 421.173.812	0	0	79	118	0	0	0	1	2	0
700	497.410	2.536	3.587	2.539	2.536	2.538	Rp 553.932.749	Rp 786.935.190	Rp 484.064.043	Rp 482.438.821	Rp 509.794.500	0	3	67	65	61	0	1	1	1	1
800	497.410	2.536	3.587	2.539	2.536	2.538	Rp 602.006.124	Rp 856.933.691	Rp 524.744.702	Rp 523.340.677	Rp 554.104.843	0	17	61	58	53	0	1	1	1	1

Cargo yang Diangkut Kapal					Total Cargo yang Diangkut Kapal	Voyage Cost & Cargo Handling Cost per Tahun					TCH & Operational Cost per Tahun					Total Cost per Tahun
1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
0	0	0	0	497.448	497.448	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 39.125.930.225	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 84.648.300.464	Rp 123.774.230.689
0	0	0	0	497.448	497.448	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 95.621.515.216	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 169.296.600.928	Rp 264.918.116.144
0	0	137.106	327.144	35.532	499.782	Rp -	Rp -	Rp 15.155.680.481	Rp 35.852.910.923	Rp 4.035.398.928	Rp -	Rp -	Rp 84.649.486.792	Rp 84.645.927.808	Rp 84.648.300.464	Rp 308.987.705.395
0	0	233.588	266.280	0	499.868	Rp -	Rp -	Rp 29.563.409.565	Rp 66.954.593.547	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 84.649.486.792	Rp 169.291.855.616	Rp -	Rp 350.459.345.521
0	0	208.198	291.640	0	499.838	Rp -	Rp -	Rp 29.685.809.493	Rp 82.738.648.340	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 84.649.486.792	Rp 169.291.855.616	Rp -	Rp 366.365.800.241
0	0	200.581	299.248	0	499.829	Rp -	Rp -	Rp 31.813.515.328	Rp 94.549.885.833	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 84.649.486.792	Rp 169.291.855.616	Rp -	Rp 380.304.743.568
0	10.761	170.113	164.840	154.818	500.532	Rp -	Rp 2.360.805.569	Rp 32.432.290.882	Rp 31.358.523.370	Rp 31.097.464.471	Rp -	Rp 85.892.758.536	Rp 84.649.486.792	Rp 84.645.927.808	Rp 84.648.300.464	Rp 437.085.557.892
0	60.979	154.879	147.088	134.514	497.460	Rp -	Rp 14.567.872.742	Rp 32.009.426.803	Rp 30.353.759.259	Rp 29.367.556.696	Rp -	Rp 85.892.758.536	Rp 84.649.486.792	Rp 84.645.927.808	Rp 84.648.300.464	Rp 446.135.089.100

BIAYA PENGIRIMAN DENGAN CNG

PWMO	ke	Pesanggrahan	645 nm	CHC	Rp	148
Payload	1.800.000	m3				
GT	25247					
Power	5.500	kW				
SFC	170	g/kWh				
Kebutuhan FO	22	ton/hari				
Kebutuhan LO	0,0198	ton/hari				
Kec. Kapal	15	knot				
Harga MFO	574	\$/ton				
			http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore#	MDO		
	7.468.110	Rp/ton				
Harga LO	730	\$/ton				
	9.490.000	Rp/ton				

Jarak	645	nm
Kec. Kapal	13	knot
Sea Time	49,62	jam
	2,07	hari
Port Time	18,00	jam
	0,75	hari
Time per Trip	67,62	jam
	2,82	hari
Konsumsi FO	63,22	ton
Konsumsi LO	0,06	ton
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan

Cargo Handling Cost		
Total per Trip	Rp 186.410	
	Rp 186.410	
Voyage Cost		
Biaya FO	Rp 472.136.787	
Biaya LO	Rp 529.378	
Total per trip	Rp 472.666.164	
Port Cost		
Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Biaya Labuh	Rp 2.398.441	
Biaya Tambat	Rp 2.398.441	
Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
Total per Trip	Rp 9.896.882	
Total Cost per Trip	Rp 482.749.456	
Total Cost per RoundTrip	Rp 965.498.912	

:BJTI	0,6 us\$/MMbtu	7800 Rp/MMbtu
Payload	2.800.000 m3	
GT	32957	
Power	7.500 kW	
SFC	170 g/kWh	
Kebutuhan FO	31 ton/hari	
Kebutuhan LO	0,0270 ton/hari	
Kec. Kapal	15 knot	
Harga MFO	574 \$/ton	http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore#_MDO
	7.468.110 Rp/ton	
Harga LO	730 \$/ton	
	9.490.000 Rp/ton	

Jarak		645	n/m
Kec. Kapal		15,0	knot
Sea Time		43,00	jam
		1,79	hari
Port Time		28,00	jam
		1,17	hari
Time per Trip		71,00	jam
		2,96	hari
Konsumsi FO		90,53	ton
Konsumsi LO		0,08	ton
Tarif Tunda	Rp	900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp	95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp	95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp	150.000	kpl/gerakan

Cargo Handling Cost			
Total per Trip	Rp	289.971	
	Rp	289.971	
Voyage Cost			
Biaya FO	Rp	676.050.658	
Biaya LO	Rp	758.014	
Total per trip	Rp	676.808.672	
Port Cost			
Biaya Tunda	Rp	3.600.000	lama tunda 4 jam
Biaya Labuh	Rp	3.130.945	
Biaya Tambat	Rp	3.130.945	
Biaya Pandu	Rp	1.500.000	jumlah gerakan 10
Total per Trip	Rp	11.361.891	
Total Cost per Trip	Rp	688.460.533	
Total Cost per RoundTrip	Rp	1.376.921.065	

211.349 Rp/m3		umber : sea-ng.com
Payload	4.100.000 m3	
GT	47315	
Power	10.000 kW	
SFC	165 g/kWh	
Kebutuhan FO	40 ton/hari	
Kebutuhan LO	0,0360 ton/hari	
Kec. Kapal	15 knot	
Harga MFO	574 \$/ton	http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sq-sin-singapore#
	7.468.110 Rp/ton	
Harga LO	730 \$/ton	
	9.490.000 Rp/ton	

Jarak	645	nm
Kec. Kapal	16	knot
Sea Time	40,31	jam
	1,68	hari
Port Time	41,00	jam
	1,71	hari
Time per Trip	81,31	jam
	3,39	hari
Konsumsi FO	134,17	ton
Konsumsi LO	0,12	ton
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan

Cargo Handling Cost		
Total per Trip	Rp	424.600
	Rp	424.600

Voyage Cost		
Biaya FO	Rp	1.001.963.646
Biaya LO	Rp	1.157.483
Total per trip	Rp	1.003.121.129

Port Cost		
Biaya Tunda	Rp	3.600.000
Biaya Labuh	Rp	4.494.950
Biaya Tambat	Rp	4.494.950
Biaya Pandu	Rp	1.500.000
Total per Trip	Rp	14.089.899

Total cost per Trip	Rp	1.017.635.628
Total Cost per RoundTrip	Rp	2.035.271.256

Payload 9.900.000 m3
 GT 111842
 Power 23.500 kW
 SFC 162 g/kWh
 Kebutuhan FO 91 ton/hari
 Kebutuhan LO 0,0846 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	645 nm		
Kec. Kapal	18 knot		
Sea Time	35,83 jam		
	1,49 hari		
Port Time	99,00 jam		
	4,13 hari		
Time per Trip	134,83 jam		
	5,62 hari		
Konsumsi FO	513,31 ton		
Konsumsi LO	0,48 ton		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam		
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan		
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal		
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan		
		Cargo Handling Cost	
		Total per Trip	Rp 1.025.253
			Rp 1.025.253
		Voyage Cost	
		Biaya FO	Rp 3.833.459.278
		Biaya LO	Rp 4.510.478
		Total per trip	Rp 3.837.969.757
		Port Cost	
		Biaya Tunda	Rp 3.600.000 lama tunda 4 jam
		Biaya Labuh	Rp 10.625.013
		Biaya Tambat	Rp 10.625.013
		Biaya Pandu	Rp 1.500.000 jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 26.350.026
		Total Cost per Trip	Rp 3.865.345.035
		Total Cost per RoundTrip	Rp 7.730.690.071

Payload 15.000.000 m3
 GT 172239
 Power 26.500 kW
 SFC 162 g/kWh
 Kebutuhan FO 103 ton/hari
 Kebutuhan LO 0,0954 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	645 nm		
Kec. Kapal	18 knot		
Sea Time	35,83 jam		
	1,49 hari		
Port Time	150,00 jam		
	6,25 hari		
Time per Trip	185,83 jam		
	7,74 hari		
Konsumsi FO	797,78 ton		
Konsumsi LO	0,74 ton		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam		
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan		
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal		
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan		
		Cargo Handling Cost	
		Total per Trip	Rp 1.553.414
			Rp 1.553.414
		Voyage Cost	
		Biaya FO	Rp 5.957.927.466
		Biaya LO	Rp 7.010.144
		Total per trip	Rp 5.964.937.610
		Port Cost	
		Biaya Tunda	Rp 3.600.000 lama tunda 4 jam
		Biaya Labuh	Rp 16.362.704
		Biaya Tambat	Rp 16.362.704
		Biaya Pandu	Rp 1.500.000 jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 37.825.408
		Total Cost per Trip	Rp 6.004.316.432
		Total Cost per RoundTrip	Rp 12.008.632.865

PWMO ke Gilimanuk 466 nm

Payload	1.800.000 m3
GT	25247
Power	5.500 kW
SFC	170 g/kWh
Kebutuhan FO	22 ton/hari
Kebutuhan LO	0,0198 ton/hari
Kec. Kapal	15 knot
Harga MFO	574 \$/ton
	7.468.110 Rp/ton
Harga LO	730 \$/ton
	9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	466	nm			
Kec. Kapal	13	knot			
Sea Time	35,85	jam			
	1,49	hari			
Port Time	18,00	jam			
	0,75	hari			
Time per Trip	53,85	jam			
	2,24	hari			
Konsumsi FO	50,35	ton			
Konsumsi LO	0,04	ton			
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam			
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan			
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal			
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan			
Cargo Handling Cost					
Total per Trip	Rp	186.410			
	Rp	186.410			
Voyage Cost					
Biaya FO	Rp	375.990.615			
Biaya LO	Rp	421.575			
Total per trip	Rp	376.412.190			
Port Cost					
Biaya Tunda	Rp	3.600.000	lama tunda 4 jam		
Biaya Labuh	Rp	2.398.441			
Biaya Tambat	Rp	2.398.441			
Biaya Pandu	Rp	1.500.000	jumlah gerakan 10		
Total per Trip	Rp	9.896.882			
Total Cost per Trip	Rp	386.495.482			
Total Cost per RoundTrip	Rp	772.990.963			

Payload	2.800.000 m3
GT	32957
Power	7.500 kW
SFC	170 g/kWh
Kebutuhan FO	31 ton/hari
Kebutuhan LO	0,0270 ton/hari
Kec. Kapal	15 knot
Harga MFO	574 \$/ton
	7.468.110 Rp/ton
Harga LO	730 \$/ton
	9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	466	nm			
Kec. Kapal	15,0	knot			
Sea Time	31,07	jam			
	1,29	hari			
Port Time	28,00	jam			
	1,17	hari			
Time per Trip	59,07	jam			
	2,46	hari			
Konsumsi FO	75,31	ton			
Konsumsi LO	0,07	ton			
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam			
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan			
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal			
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan			
Cargo Handling Cost					
Total per Trip	Rp	289.971			
	Rp	289.971			
Voyage Cost					
Biaya FO	Rp	562.423.364			
Biaya LO	Rp	630.611			
Total per trip	Rp	563.053.975			
Port Cost					
Biaya Tunda	Rp	3.600.000	lama tunda 4 jam		
Biaya Labuh	Rp	3.130.945			
Biaya Tambat	Rp	3.130.945			
Biaya Pandu	Rp	1.500.000	jumlah gerakan 10		
Total per Trip	Rp	11.361.891			
Total Cost per Trip	Rp	574.705.836			
Total Cost per RoundTrip	Rp	1.149.411.672			

Payload	4.100.000 m3
GT	47315
Power	10.000 kW
SFC	165 g/kWh
Kebutuhan FO	40 ton/hari
Kebutuhan LO	0,0360 ton/hari
Kec. Kapal	15 knot
Harga MFO	574 \$/ton
	7.468.110 Rp/ton
Harga LO	730 \$/ton
	9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	466	nm			
Kec. Kapal	16	knot			
Sea Time	29,13	jam			
	1,21	hari			
Port Time	41,00	jam			
	1,71	hari			
Time per Trip	70,13	jam			
	2,92	hari			
Konsumsi FO	115,71	ton			
Konsumsi LO	0,11	ton			
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam			
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan			
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal			
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan			
Cargo Handling Cost					
Total per Trip	Rp	424.600			
	Rp	424.600			
Voyage Cost					
Biaya FO	Rp	864.107.003			
Biaya LO	Rp	998.229			
Total per trip	Rp	865.105.232			
Port Cost					
Biaya Tunda	Rp	3.600.000	lama tunda 4 jam		
Biaya Labuh	Rp	4.494.950			
Biaya Tambat	Rp	4.494.950			
Biaya Pandu	Rp	1.500.000	jumlah gerakan 10		
Total per Trip	Rp	14.089.899			
Total Cost per Trip	Rp	879.619.731			
Total Cost per RoundTrip	Rp	1.759.239.462			

PWMO	ke	Pemaron	368 nm
Payload	1.800.000 m3		
GT	25247		
Power	5.500 kW		
SFC	170 g/kWh		
Kebutuhan FO	22 ton/hari		
Kebutuhan LO	0,0198 ton/hari		
Kec. Kapal	15 knot		
Harga MFO	574 \$/ton	http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO	
	7.468.110 Rp/ton		
Harga LO	730 \$/ton		
	9.490.000 Rp/ton		

Jarak	368 nm	Cargo Handling Cost		
Kec. Kapal	13 knot	Total per Trip	Rp	186.410
Sea Time	28,31 jam		Rp	186.410
	1,18 hari			
Port Time	18,00 jam	Voyage Cost		
	0,75 hari	Biaya FO	Rp	323.351.929
Time per Trip	46,31 jam	Biaya LO	Rp	362.555
	1,93 hari	Total per trip	Rp	323.714.483
Konsumsi FO	43,30 ton			
Konsumsi LO	0,04 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp	3.600.000 lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp	2.398.441
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp	2.398.441
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp	1.500.000 jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp	9.896.882
		Total Cost per Trip	Rp	333.797.775
		Total Cost per RoundTrip	Rp	667.595.550

Payload	2.800.000 m3		
GT	32957		
Power	7.500 kW		
SFC	170 g/kWh		
Kebutuhan FO	31 ton/hari		
Kebutuhan LO	0,0270 ton/hari		
Kec. Kapal	15 knot		
Harga MFO	574 \$/ton	http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO	
	7.468.110 Rp/ton		
Harga LO	730 \$/ton		
	9.490.000 Rp/ton		

Jarak	368 nm	Cargo Handling Cost		
Kec. Kapal	15,0 knot	Total per Trip	Rp	289.971
Sea Time	24,53 jam		Rp	289.971
	1,02 hari			
Port Time	28,00 jam	Voyage Cost		
	1,17 hari	Biaya FO	Rp	500.214.008
Time per Trip	52,53 jam	Biaya LO	Rp	560.859
	2,19 hari	Total per trip	Rp	500.774.867
Konsumsi FO	66,98 ton			
Konsumsi LO	0,06 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp	3.600.000 lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp	3.130.945
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp	3.130.945
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp	1.500.000 jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp	11.361.891
		Total Cost per Trip	Rp	512.426.728
		Total Cost per RoundTrip	Rp	1.024.853.456

Payload	4.100.000 m3		
GT	47315		
Power	10.000 kW		
SFC	165 g/kWh		
Kebutuhan FO	40 ton/hari		
Kebutuhan LO	0,0360 ton/hari		
Kec. Kapal	15 knot		
Harga MFO	574 \$/ton	http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO	
	7.468.110 Rp/ton		
Harga LO	730 \$/ton		
	9.490.000 Rp/ton		

Jarak	368 nm	Cargo Handling Cost		
Kec. Kapal	16 knot	Total per Trip	Rp	424.600
Sea Time	23,00 jam		Rp	424.600
	0,96 hari			
Port Time	41,00 jam	Voyage Cost		
	1,71 hari	Biaya FO	Rp	788.632.416
Time per Trip	64,00 jam	Biaya LO	Rp	911.040
	2,67 hari	Total per trip	Rp	789.543.456
Konsumsi FO	105,60 ton			
Konsumsi LO	0,10 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp	3.600.000 lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp	4.494.950
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp	4.494.950
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp	1.500.000 jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp	14.089.899
		Total Cost per Trip	Rp	804.057.955
		Total Cost per RoundTrip	Rp	1.608.115.910

Payload 9.900.000 m3
 GT 111842
 Power 23.500 kW
 SFC 162 g/kWh
 Kebutuhan FO 91 ton/hari
 Kebutuhan LO 0,0846 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	368	nm
Kec. Kapal	13	knot
Sea Time	28,31	jam
	1,18	hari
Port Time	99,00	jam
	4,13	hari
Time per Trip	127,31	jam
	5,30	hari
Konsumsi FO	484,66	ton
Konsumsi LO	0,45	ton
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan
Cargo Handling Cost		
Total per Trip	Rp 1.025.253	
	Rp 1.025.253	
Voyage Cost		
Biaya FO	Rp 3.619.497.065	
Biaya LO	Rp 4.258.729	
Total per trip	Rp 3.623.755.794	
Port Cost		
Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Biaya Labuh	Rp 10.625.013	
Biaya Tambat	Rp 10.625.013	
Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
Total per Trip	Rp 26.350.026	
Total Cost per Trip	Rp 3.651.131.073	
Total Cost per RoundTrip	Rp 7.302.262.145	

Payload 15.000.000 m3
 GT 172239
 Power 26.500 kW
 SFC 162 g/kWh
 Kebutuhan FO 103 ton/hari
 Kebutuhan LO 0,0954 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	368	nm
Kec. Kapal	18	knot
Sea Time	20,44	jam
	0,85	hari
Port Time	150,00	jam
	6,25	hari
Time per Trip	170,44	jam
	7,10	hari
Konsumsi FO	731,72	ton
Konsumsi LO	0,68	ton
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan
Cargo Handling Cost		
Total per Trip	Rp 1.553.414	
	Rp 1.553.414	
Voyage Cost		
Biaya FO	Rp 5.464.550.513	
Biaya LO	Rp 6.429.633	
Total per trip	Rp 5.470.980.146	
Port Cost		
Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Biaya Labuh	Rp 16.362.704	
Biaya Tambat	Rp 16.362.704	
Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
Total per Trip	Rp 37.825.408	
Total Cost per Trip	Rp 5.510.358.968	
Total Cost per RoundTrip	Rp 11.020.717.936	

PWMO ke Lombok 463,6 nm

Payload 1.800.000 m3
GT 25247
Power 5.500 kW
SFC 170 g/kWh
Kebutuhan FO 22 ton/hari
Kebutuhan LO 0,0198 ton/hari
Kec. Kapal 15 knot
Harga MFO 574 \$/ton
7.468.110 Rp/ton
Harga LO 730 \$/ton
9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	463,6 nm	Cargo Handling Cost		
Kec. Kapal	13 knot	Total per Trip	Rp 186.410	
Sea Time	35,66 jam		Rp 186.410	
	1,49 hari			
Port Time	18,00 jam	Voyage Cost		
	0,75 hari	Biaya FO	Rp 374.701.504	
Time per Trip	53,66 jam	Biaya LO	Rp 420.130	
	2,24 hari	Total per trip	Rp 375.121.634	
Konsumsi FO	50,17 ton			
Konsumsi LO	0,04 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 2.398.441	
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 2.398.441	
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 9.896.882	
		Total Cost per Trip	Rp 385.204.926	
		Total Cost per RoundTrip	Rp 770.409.851	

Payload 2.800.000 m3
GT 32957
Power 7.500 kW
SFC 170 g/kWh
Kebutuhan FO 31 ton/hari
Kebutuhan LO 0,0270 ton/hari
Kec. Kapal 15 knot
Harga MFO 574 \$/ton
7.468.110 Rp/ton
Harga LO 730 \$/ton
9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	463,6 nm	Cargo Handling Cost		
Kec. Kapal	15,0 knot	Total per Trip	Rp 289.971	
Sea Time	30,91 jam		Rp 289.971	
	1,29 hari			
Port Time	28,00 jam	Voyage Cost		
	1,17 hari	Biaya FO	Rp 560.899.870	
Time per Trip	58,91 jam	Biaya LO	Rp 628.902	
	2,45 hari	Total per trip	Rp 561.528.772	
Konsumsi FO	75,11 ton			
Konsumsi LO	0,07 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 3.130.945	
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 3.130.945	
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 11.361.891	
		Total Cost per Trip	Rp 573.180.633	
		Total Cost per RoundTrip	Rp 1.146.361.266	

Payload 4.100.000 m3
GT 47315
Power 10.000 kW
SFC 165 g/kWh
Kebutuhan FO 40 ton/hari
Kebutuhan LO 0,0360 ton/hari
Kec. Kapal 15 knot
Harga MFO 574 \$/ton
7.468.110 Rp/ton
Harga LO 730 \$/ton
9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	463,6 nm	Cargo Handling Cost		
Kec. Kapal	16 knot	Total per Trip	Rp 424.600	
Sea Time	28,98 jam		Rp 424.600	
	1,21 hari			
Port Time	41,00 jam	Voyage Cost		
	1,71 hari	Biaya FO	Rp 862.258.645	
Time per Trip	69,98 jam	Biaya LO	Rp 996.094	
	2,92 hari	Total per trip	Rp 863.254.740	
Konsumsi FO	115,46 ton			
Konsumsi LO	0,10 ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000 /kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95 GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 4.494.950	
Tarif Tambat	Rp 95 GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 4.494.950	
Tarif Pandu	Rp 150.000 kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
		Total per Trip	Rp 14.089.899	
		Total Cost per Trip	Rp 877.769.238	
		Total Cost per RoundTrip	Rp 1.755.538.477	

PWMO ke Kupang 1248 nm

Payload 1.800.000 m3
GT 25247
Power 5.500 kW
SFC 170 g/kWh
Kebutuhan FO 22 ton/hari
Kebutuhan LO 0,0198 ton/hari
Kec. Kapal 15 knot
Harga MFO 574 \$/ton
7.468.110 Rp/ton
Harga LO 730 \$/ton
9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	1248	nm	Cargo Handling Cost		
Kec. Kapal	13	knot	Total per Trip	Rp 186.410	
Sea Time	96,00	jam		Rp 186.410	
	4,00	hari			
Port Time	18,00	jam	Voyage Cost		
	0,75	hari	Biaya FO	Rp 796.025.845	
Time per Trip	114,00	jam	Biaya LO	Rp 892.535	
	4,75	hari	Total per trip	Rp 796.918.379	
Konsumsi FO	106,59	ton			
Konsumsi LO	0,09	ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 2.398.441	
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 2.398.441	
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
			Total per Trip	Rp 9.896.882	
			Total Cost per Trip	Rp 807.001.671	
			Total Cost per RoundTrip	Rp 1.614.003.342	

Konsumsi Lube Oil 0,15 gr/kwh sumber : marinelink.com

Payload 2.800.000 m3
GT 111842
Power 23.500 kW
SFC 170 g/kWh
Kebutuhan FO 96 ton/hari
Kebutuhan LO 0,0846 ton/hari
Kec. Kapal 15 knot
Harga MFO 574 \$/ton
7.468.110 Rp/ton
Harga LO 730 \$/ton
9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	1248	nm	Cargo Handling Cost		
Kec. Kapal	15,0	knot	Total per Trip	Rp 289.971	
Sea Time	83,20	jam		Rp 289.971	
	3,47	hari			
Port Time	28,00	jam	Voyage Cost		
	1,17	hari	Biaya FO	Rp 3.317.663.059	
Time per Trip	111,20	jam	Biaya LO	Rp 3.719.890	
	4,63	hari	Total per trip	Rp 3.321.382.949	
Konsumsi FO	444,24	ton			
Konsumsi LO	0,39	ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 10.625.013	
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 10.625.013	
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
			Total per Trip	Rp 26.350.026	
			Total Cost per Trip	Rp 3.348.022.945	
			Total Cost per RoundTrip	Rp 6.696.045.891	

Payload 4.100.000 m3
GT 47315
Power 10.000 kW
SFC 165 g/kWh
Kebutuhan FO 40 ton/hari
Kebutuhan LO 0,0360 ton/hari
Kec. Kapal 15 knot
Harga MFO 574 \$/ton
7.468.110 Rp/ton
Harga LO 730 \$/ton
9.490.000 Rp/ton

<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>

Jarak	1248	nm	Cargo Handling Cost		
Kec. Kapal	16	knot	Total per Trip	Rp 424.600	
Sea Time	78,00	jam		Rp 424.600	
	3,25	hari			
Port Time	41,00	jam	Voyage Cost		
	1,71	hari	Biaya FO	Rp 1.466.363.399	
Time per Trip	119,00	jam	Biaya LO	Rp 1.693.965	
	4,96	hari	Total per trip	Rp 1.468.057.364	
Konsumsi FO	196,35	ton			
Konsumsi LO	0,18	ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 4.494.950	
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 4.494.950	
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
			Total per Trip	Rp 14.089.899	
			Total Cost per Trip	Rp 1.482.571.862	
			Total Cost per RoundTrip	Rp 2.965.143.725	

Payload 9.900.000 m3
 GT 111842
 Power 10.000 kW
 SFC 165 g/kWh
 Kebutuhan FO 40 ton/hari
 Kebutuhan LO 0,0360 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton <http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	1248	nm	Cargo Handling Cost		
Kec. Kapal	13	knot	Total per Trip	Rp 1.025.253	
Sea Time	96,00	jam		Rp 1.025.253	
	4,00	hari			
Port Time	99,00	jam	Voyage Cost		
	4,13	hari	Biaya FO	Rp 2.402.864.393	
Time per Trip	195,00	jam	Biaya LO	Rp 2.775.825	
	8,13	hari	Total per trip	Rp 2.405.640.218	
Konsumsi FO	321,75	ton			
Konsumsi LO	0,29	ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 10.625.013	
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 10.625.013	
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
			Total per Trip	Rp 26.350.026	
			Total Cost per Trip	Rp 2.433.015.496	
			Total Cost per RoundTrip	Rp 4.866.030.993	

Payload 15.000.000 m3
 GT 172239
 Power 26.500 kW
 SFC 162 g/kWh
 Kebutuhan FO 103 ton/hari
 Kebutuhan LO 0,0954 ton/hari
 Kec. Kapal 15 knot
 Harga MFO 574 \$/ton <http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore# MDO>
 7.468.110 Rp/ton
 Harga LO 730 \$/ton
 9.490.000 Rp/ton

Jarak	1248	nm	Cargo Handling Cost		
Kec. Kapal	18	knot	Total per Trip	Rp 1.553.414	
Sea Time	69,33	jam		Rp 1.553.414	
	2,89	hari			
Port Time	150,00	jam	Voyage Cost		
	6,25	hari	Biaya FO	Rp 7.031.957.440	
Time per Trip	219,33	jam	Biaya LO	Rp 8.273.857	
	9,14	hari	Total per trip	Rp 7.040.231.296	
Konsumsi FO	941,60	ton			
Konsumsi LO	0,87	ton	Port Cost		
Tarif Tunda	Rp 900.000	/kpl/jam	Biaya Tunda	Rp 3.600.000	lama tunda 4 jam
Tarif Labuh	Rp 95	GT/kunjungan	Biaya Labuh	Rp 16.362.704	
Tarif Tambat	Rp 95	GT/etmal	Biaya Tambat	Rp 16.362.704	
Tarif Pandu	Rp 150.000	kpl/gerakan	Biaya Pandu	Rp 1.500.000	jumlah gerakan 10
			Total per Trip	Rp 37.825.408	
			Total Cost per Trip	Rp 7.079.610.118	
			Total Cost per RoundTrip	Rp 14.159.220.236	

OPTIMASI KAPAL CNG

Rute	Jarak(nm)	Demand per Tahun (m3)	Payload Kapal					Total Voyage & Cargo Handling Cost per Roundtrip					Roundtrip					Total Kebutuhan Kapal Per Tahun				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
PWMO ke Pesanggrahan	645	477.263.571	1800000	2800000	4100000	9900000	15000000	Rp 965.498.912	Rp 1.376.921.065	Rp 2.035.271.256	Rp 7.730.690.071	Rp 12.008.632.865	0	3	12	2	8	2	3	4	1	2
PWMO ke Gilimanuk	466	382.989.286	1800000	2800000	4100000	9900000	15000000	Rp 772.990.963	Rp 1.149.411.672	Rp 1.759.239.462	Rp 7.731.419.931	Rp 11.370.232.965	3	5	5	7	6					
PWMO ke Pemanor	368	235.685.714	1800000	2800000	4100000	9900000	15000000	Rp 667.595.550	Rp 1.024.853.456	Rp 1.608.115.910	Rp 7.302.262.145	Rp 11.020.717.936	35	1	0	0	5					
PWMO ke Lombok	463,6	294.607.143	1800000	2800000	4100000	9900000	15000000	Rp 770.409.851	Rp 1.146.361.266	Rp 1.755.538.477	Rp 7.720.909.944	Rp 11.361.673.413	0	0	0	0	20					
PWMO ke Kupang	1248	209.171.071	1800000	2800000	4100000	9900000	15000000	Rp 1.614.003.342	Rp 6.696.045.891	Rp 2.965.143.725	Rp 4.866.030.993	Rp 14.159.220.236	21	69	92	0	0					
	3190,6	1.599.716.786											59	78	109	9	39					

Rute	Total Hari RoundTrip Per Tahun				
	1	2	3	4	5
PWMO ke Pesanggrahan	0	18	81	22	124
PWMO ke Gilimanuk	13	25	29	79	88
PWMO ke Pemaron	135	4	0	0	71
PWMO ke Lombok	0	0	0	0	293
PWMO ke Kupang	200	639	912	0	0
Jumlah	348	686	1023	101	576
Comercial Day	340	340	340	340	340

Cargo yang Diangkut Kapal					Total Cargo yang Diangkut Kapal	Voyage Cost & Cargo Handling Cost per Tahun					TCH & Operational Cost per Tahun					Total Cost per Tahun
1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
0	25.200.000	196.800.000	19.800.000	240.000.000	481.800.000	Rp 59.578.887.329	Rp 472.929.841.475	Rp 306.012.675.039	Rp 69.581.319.658	Rp 446.627.518.649	Rp 176.800.000.000	Rp 397.800.000.000	Rp 707.200.000.000	Rp 309.400.000.000	Rp 7.956.000.000.000	Rp 10.901.930.242.150
10.800.000	42.000.000	82.000.000	69.300.000	180.000.000	384.100.000											
126.000.000	8.400.000	0	0	150.000.000	284.400.000											
0	0	0	0	600.000.000	600.000.000											
75.600.000	579.600.000	1.508.800.000	0	0	2.164.000.000											

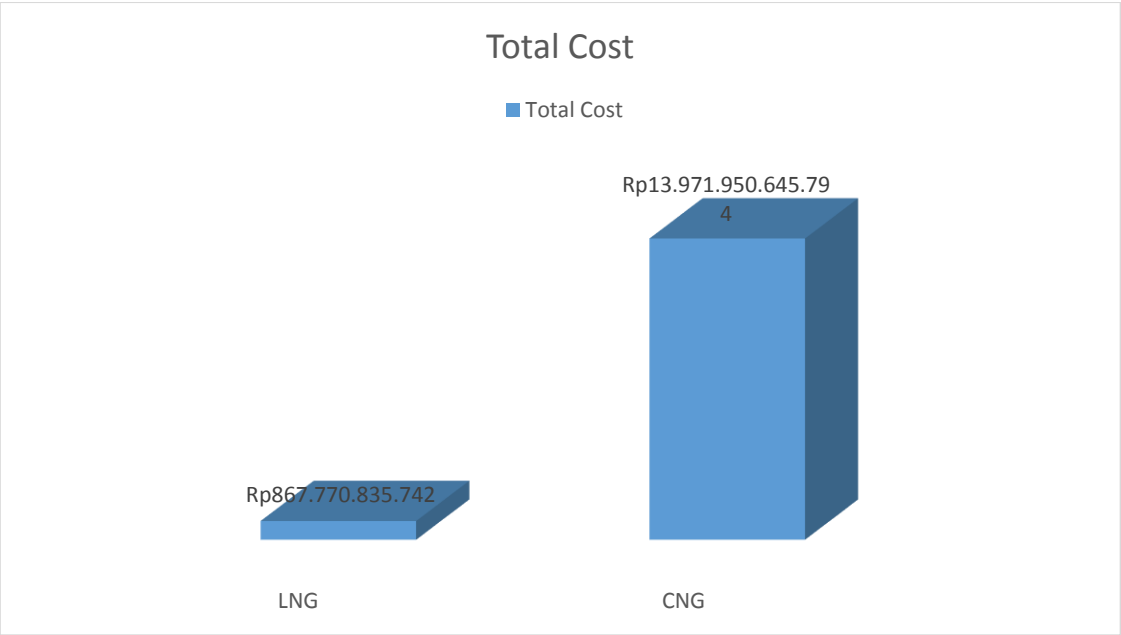
BIAYA PENGIRIMAN KAPAL CNG

Jarak(nm)	Demand per Tahun (m3)	Payload Kapal					Total Voyage & Cargo Handling Cost per Roundtrip					Roundtrip					Total Kebutuhan Kapal Per Tahun				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
100	477.263.571	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000	Rp 299.085.214	Rp 446.334.448	Rp 672.076.953	Rp 2.594.857.970	Rp 4.034.017.358	0	171	0	0	0	0	1	0	0	0
200	477.263.571	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000	Rp 406.631.554	Rp 573.434.668	Rp 826.284.659	Rp 2.911.130.715	Rp 4.390.665.347	0	0	117	0	0	0	0	1	0	0
300	477.263.571	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000	Rp 514.177.894	Rp 700.534.888	Rp 980.492.365	Rp 3.227.403.459	Rp 4.747.313.335	0	0	117	0	0	0	0	1	0	0
400	477.263.571	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000	Rp 621.724.234	Rp 827.635.108	Rp 1.134.700.072	Rp 3.543.676.204	Rp 5.103.961.324	0	13	108	0	0	0	1	1	0	0
500	477.263.571	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000	Rp 729.270.574	Rp 954.735.328	Rp 1.288.907.778	Rp 3.859.948.949	Rp 5.460.609.313	0	54	80	0	0	0	1	1	0	0
600	477.263.571	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000	Rp 836.816.914	Rp 1.081.835.548	Rp 1.443.115.484	Rp 4.176.221.693	Rp 5.817.257.301	0	73	0	0	19	0	1	0	0	1
700	477.263.571	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000	Rp 944.363.254	Rp 1.208.935.768	Rp 1.597.323.190	Rp 4.492.494.438	Rp 6.173.905.290	0	0	48	0	19	0	0	1	0	1
800	477.263.571	1.800.000	2.800.000	4.100.000	9.900.000	15.000.000	Rp 1.051.909.594	Rp 1.336.035.988	Rp 1.751.530.897	Rp 4.808.767.183	Rp 6.530.553.279	0	0	58	0	16	0	0	1	0	1

Cargo yang Diangkut Kapal					Total Cargo yang Diangkut Kapal	Voyage Cost & Cargo Handling Cost per Tahun					TCH & Operational Cost per Tahun					Total Cost per Tahun						
1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5							
0	478.800.000	0	0	0	478.800.000	Rp	-	Rp 76.323.190.692	Rp	-	Rp	-	Rp 132.600.000.000	Rp	-	Rp	-	Rp	208.923.190.692			
0	0	479.700.000	0	0	479.700.000	Rp	-	Rp	-	Rp 96.675.305.110	Rp	-	Rp	-	Rp	-	Rp 176.800.000.000	Rp	-	Rp	273.475.305.110	
0	0	479.700.000	0	0	479.700.000	Rp	-	Rp	-	Rp 114.717.606.742	Rp	-	Rp	-	Rp	-	Rp 176.800.000.000	Rp	-	Rp	291.517.606.742	
0	36.400.000	442.800.000	0	0	479.200.000	Rp	-	Rp 10.759.256.410	Rp	122.547.607.729	Rp	-	Rp	-	Rp 132.600.000.000	Rp	176.800.000.000	Rp	-	Rp	-	Rp 442.706.864.139
0	151.200.000	328.000.000	0	0	479.200.000	Rp	-	Rp 51.555.707.739	Rp	103.112.622.225	Rp	-	Rp	-	Rp 132.600.000.000	Rp	176.800.000.000	Rp	-	Rp	-	Rp 464.068.329.964
0	204.400.000	0	0	285.000.000	489.400.000	Rp	-	Rp 78.973.995.040	Rp	-	Rp	-	Rp 110.527.888.728	Rp	-	Rp 132.600.000.000	Rp	-	Rp	-	Rp 3.978.000.000.000	Rp 4.300.101.883.768
0	0	196.800.000	0	285.000.000	481.800.000	Rp	-	Rp	-	Rp 76.671.513.135	Rp	-	Rp	117.304.200.512	Rp	-	Rp 176.800.000.000	Rp	-	Rp 3.978.000.000.000	Rp	4.348.775.713.647
0	0	237.800.000	0	240.000.000	477.800.000	Rp	-	Rp	-	Rp 101.588.792.001	Rp	-	Rp	104.488.852.461	Rp	-	Rp 176.800.000.000	Rp	-	Rp 3.978.000.000.000	Rp	4.360.877.644.461

TOTAL BIAYA PENGIRIMAN

	Demand (m3)	Jarak (nm)	Total Shipping Cost	Total Liquefaction Cost	Total Regastification Cost	Total Compression cost	Total Cost	Cost/nm
LNG	1.667.246	3190,6	Rp 865.705.084.264	Rp 705.915.074	Rp 1.359.836.404	0	Rp 867.770.835.742	Rp 271.977.320
CNG	1.599.716.786	3190,6	Rp 10.901.930.242.150	0	0	Rp 3.070.020.403.644	Rp 13.971.950.645.794	Rp 4.379.098.178



SENSIVITAS PERMINTAAN LNG DAN CNG

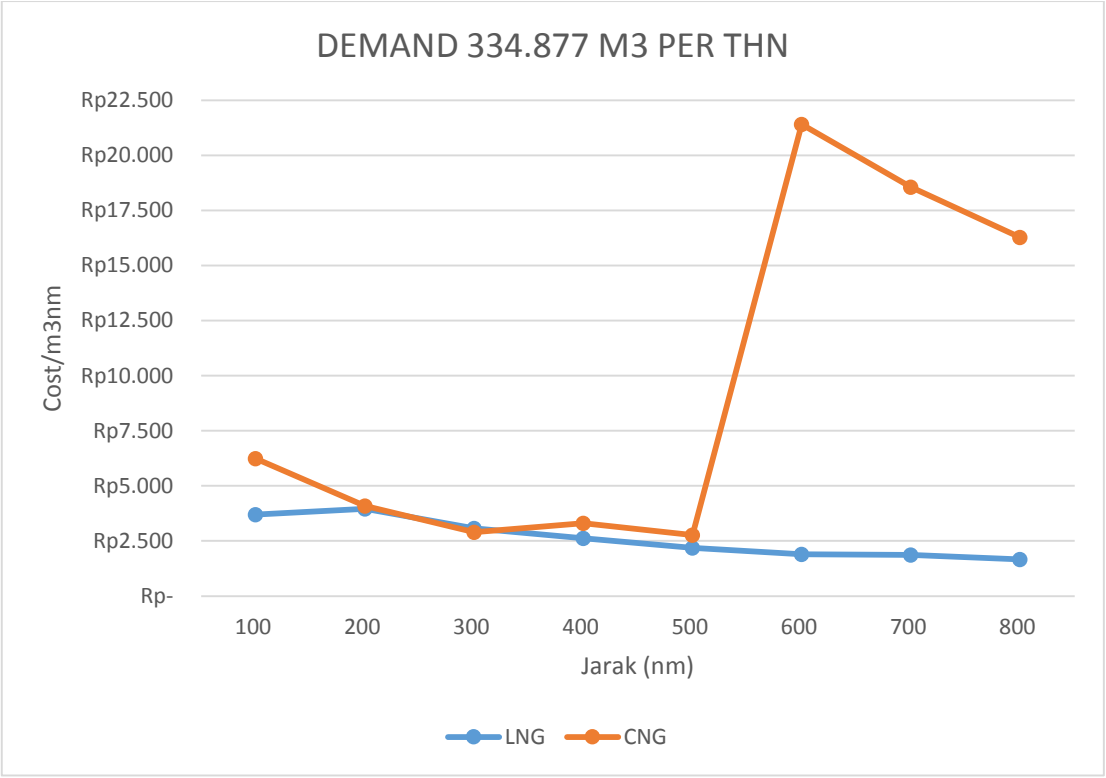
LNG

Jarak(nm)	Demand per Tahun (m3)	Total Cost per Tahun	Cost/m3	Cost/m3.nm
100	334.877	Rp 123.774.230.689	Rp 369.611	Rp 3.696
200	334.877	Rp 264.918.116.144	Rp 791.091	Rp 3.955
300	334.877	Rp 308.987.705.395	Rp 922.691	Rp 3.076
400	334.877	Rp 350.459.345.521	Rp 1.046.532	Rp 2.616
500	334.877	Rp 366.365.800.241	Rp 1.094.031	Rp 2.188
600	334.877	Rp 380.304.743.568	Rp 1.135.656	Rp 1.893
700	334.877	Rp 437.085.557.892	Rp 1.305.213	Rp 1.865
800	334.877	Rp 446.135.089.100	Rp 1.332.236	Rp 1.665

CNG

Jarak(nm)	Demand per Tahun (m3)	Total Cost per Tahun	Cost/m3	Cost/m3.nm
100	334.877	Rp 208.923.190.692	Rp 623.881	Rp 6.239
200	334.877	Rp 273.475.305.110	Rp 816.644	Rp 4.083
300	334.877	Rp 291.517.606.742	Rp 870.522	Rp 2.902
400	334.877	Rp 442.706.864.139	Rp 1.321.999	Rp 3.305
500	334.877	Rp 464.068.329.964	Rp 1.385.788	Rp 2.772
600	334.877	Rp 4.300.101.883.768	Rp 12.840.846	Rp 21.401
700	334.877	Rp 4.348.775.713.647	Rp 12.986.194	Rp 18.552
800	334.877	Rp 4.360.877.644.461	Rp 13.022.333	Rp 16.278

NO.	Jarak(nm)	LNG	CNG
1	100	Rp 3.696	Rp 6.239
2	200	Rp 3.955	Rp 4.083
3	300	Rp 3.076	Rp 2.902
4	400	Rp 2.616	Rp 3.305
5	500	Rp 2.188	Rp 2.772
6	600	Rp 1.893	Rp 21.401
7	700	Rp 1.865	Rp 18.552
8	800	Rp 1.665	Rp 16.278



BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Metode pengiriman dengan menggunakan kapal CNG untuk wilayah Bali, NTB, dan NTT membutuhkan total 12 kapal pertahun dengan rincian kapal 1 dengan payload 1.800.000 m³ sebanyak 2 unit, kapal 2 dengan payload 2.800.000 m³ sebanyak 3 unit, kapal 3 dengan payload 4.100.000 m³ sebanyak 4 unit, kapal 4 dengan payload 9.900.000 m³ sebanyak 1 unit dan kapal 5 dengan payload 15.000.000 m³ sebanyak 2 unit. Total biaya dengan menggunakan kapal CNG adalah 13,9 Trilliun Rupiah.
2. Metode pengiriman dengan menggunakan kapal LNG untuk wilayah Bali, NTB, dan NTT membutuhkan total 7 kapal pertahun dengan rincian kapal 1 dengan payload 2.536 m³ sebanyak 2 unit, kapal 3 dengan payload 2.539 m³ sebanyak 1 unit, kapal 4 dengan payload 2.536 m³ sebanyak 2 unit dan kapal 5 dengan payload 2.538 m³ sebanyak 2 unit. Total biaya dengan menggunakan kapal LNG adalah 867 Milyar Rupiah.
3. Untuk wilayah Bali, NTB, dan NTT metode pengiriman yang efektif adalah menggunakan LNG. Total kebutuhan kapal pertahun adalah 7 unit dengan rincian kapal 1 dengan payload 2.536 m³ sebanyak 2 unit, kapal 3 dengan payload 2.539 m³ sebanyak 1 unit, kapal 4 dengan payload 2.536 m³ sebanyak 2 unit dan kapal 5 dengan payload 2.538 m³ sebanyak 2 unit. Total biaya dengan menggunakan kapal LNG adalah 867 Milyar Rupiah. Pengiriman dengan menggunakan LNG lebih murah dibandingkan dengan CNG dikarenakan jenis muatan yang berbeda dan metode distribusi yang berbeda.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan yaitu :

1. Pada penelitian ini hanya menghitung mengenai biaya transportasi saja, tanpa menghitung investasi pembuatan sarana dan prasarana pendukung. Oleh karena itu perlu dilakukan studi selanjutnya mengenai fasilitas pendukung distribusi gas alam.
2. Pada penelitian ini kebutuhan gas alam diasumsikan linier tiap waktu, namun ada kemungkinan bahwa pada beberapa tahun kedepan terjadi meningkatnya kebutuhan maupun penurunan kebutuhan. Oleh karena itu perlu adanya penelitian yang berkelanjutan mengenai kebutuhan gas alam

DAFTAR PUSTAKA

- (t.thn.). Dipetik March 4, 2015, dari Fearnleys:
<http://www.fearnleys.com/index.gan?id=190&subid=0&weeklysection=3&weekly=1&action=&sendto=>
- Hadiwasito, D. (2012). Kajian Marine CNG Sebagai Alternatif Transportasi Gas Bumi Untuk Memenuhi Kebutuhan Pembangkit Listrik Di Pulau Bali . *Tesis* .
- Prices. (t.thn.). Dipetik March 4, 2015, dari Ship And Bunker:
http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore#_MDO
- Wijnolst, N., & Wergeland, T. (1997). Shipping. Netherlands: Delft University Press.
- Sugiono, A. (2006). *Transportasi LNG Indonesia*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Artana, K. B. (2010). Studi Pemilihan Teknologi LNG Receiving Terminal untuk Pulau Bali. *Studi kasus suplai LNG dari LNG Plant Tangguh ke Bali*, 1-12.
- KEPUTUSAN MENTERI PERHUBUNGAN NO. KM 53 TAHUN 2002. (2002). *TATANAN KEPELABUHAN NASIONAL*. Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Keputusan Menteri Perhubungan No.58. (2003). *Mekanisme dan Penetapan Formulasi Perhitungan Tarif Angkutan Penyeberangan*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan* (2nd ed., Vol. I). Jakarta: Erlangga.
- Morlok, E. K. (1991). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Dalam E. K. Morlok, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Ahmad Subagyo. (2005). proses pengambilan keputusan dalam organisasi. *pengambilan keputusan*, 4. Dipetik Februari 5, 2014, dari <http://tkampus.blogspot.com/2012/04/proses-pengambilan-keputusan-dalam.html>

LAMPIRAN

- Konsumsi gas di Bali
- Konsumsi gas di NTB
- Konsumsi gas di NTT
- Data kapal LNG
- Data kapal CNG
- Biaya sewa kapal LNG
- Biaya sewa kapal CNG
- Biaya liquefaction dan regastification
- Biaya pengiriman dengan LNG
- Optimasi kapal LNG
- Biaya pengiriman kapal LNG
- Biaya pengiriman dengan CNG
- Optimasi kapal CNG
- Biaya pengiriman kapal CNG
- Total biaya pengiriman
- Sensivitas permintaan LNG dan CNG

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sidoarjo, 24 April 1991. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari TK Dharma Wanita Ponokawan (1996-1997), SDN Ponokawan (1997-2003), SLTPN I Krian (2003-2006), SMAN 1 Krian (2006-2009) dan pada tahun 2009, penulis diterima melalui jalur PMDK Reguler di Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Bidang studi yang dipilih penulis ketika menjalani perkuliahan adalah Bidang Studi Transportasi Laut dan Logistik. Penulis pernah aktif pada organisasi dan kegiatan yang ada di kampus, antara lain tercatat sebagai anggota Departemen Sosial dan Politik, Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Perkapalan periode 2012-2013.

Email: dahlandds@gmail.com